



Recirculatie snij-amaryllis (*Hippeastrum*) in 1^e teeltjaar

Behoud plantgezondheid en voorkomen groeiremming bij hergebruik drainwater

Maarten Klein¹, Arca Kromwijk², Frank Woets³, Jan Overkleef⁴

¹ GreenQ Improvement Centre

² Wageningen UR Glastuinbouw

³ Groen Agro Control

⁴ Amaryllis teeltbegeleiding en advies

Abstract NL

In de teelt van snij-amaryllis (*Hippeastrum*) wordt nog weinig drainwater hergebruikt vanwege sterke vermoedens van groeiremmende stoffen in het drainwater. Om de hoeveelheid spuiwater terug te dringen is op verzoek van de amarylliscommissie onderzoek gestart naar mogelijkheden om drainwater van amaryllis her te gebruiken met zo min mogelijk risico op groeiremming. In een kasproef bij het GreenQ IC in Bleiswijk is in samenwerking met Wageningen UR Glastuinbouw, Groen Agro Control en LTO Groeiservice hergebruik van drainwater behandeld met geavanceerde oxidatie (=toediening van waterstofperoxide net voordat het drainwater door de UV-ontsmetter gaat) vergeleken met hergebruik van drainwater na UV-ontsmetting en met een controlebehandeling zonder hergebruik van drainwater. In het eerste teeltjaar was er geen verschil in productie en zijn geen nadelige effecten gezien op de gewasgroei. Het hergebruik van drainwater is voor een amaryllisgewas dat 3 à 4 jaar vast staat relatief kort geweest. Daarom wordt het onderzoek voortgezet met een tweede teeltjaar in 2014 met een financiële bijdrage van amaryllistelers, Samenwerken aan Vaardigheden en het Productschap Tuinbouw.

Abstract UK

In the Netherlands most crops grown in greenhouses reuse drain water. However, in the cultivation of amaryllis cut flowers (*Hippeastrum*) little drainage water is being reused so far because of strong suspicions of inhibitory substances in the drainage water. To reduce the emission of nutrients to the environment an experiment was started on request of the amaryllis growers. In a greenhouse experiment drainage water of amaryllis was treated with advanced oxidation and reused. This was compared with the reuse of drainage water treated with an UV disinfectant and a control treatment without the reuse of drainage water. In the first year of cultivation, there was no difference in production and no adverse effects were seen in crop growth. In this experiment the reuse of drainage water has been for a relatively short period for amaryllis cut flower cultivation. Therefore, the research will be continued for a second year of cultivation in 2014 with a financial contribution from amaryllis growers, the project 'Samenwerken aan Vaardigheden' and the Product Board for Horticulture.

Dit onderzoek is gefinancierd door:

De bloemen- en plantensector investeert in dit project via het  Productschap  Tuinbouw



Agentschap NL
Ministerie van Economische Zaken



Samenwerken
aan Vaardigheden

En gesponsord door:

- Jongkind Hydro: aanvulling kleikorrels
- Pull Rhenen: aanvulling perliet
- Hans Hoogenraad: stomen substraat
- Martin Boers: koken, drogen en bewaren van de bollen vóór het planten

Inhoudsopgave

	pagina
Samenvatting	1
1 Inleiding	3
2 Materiaal en methode	5
2.1 Labproef afbraak lycorine	5
2.2 Labproef effect H ₂ O ₂ op wortelgroei	5
2.3 Kasproef met hergebruik drainwater	5
2.3.1 Proefopzet	5
2.3.2 Technische uitvoering	6
2.3.3 Analyses drainwater	7
2.3.4 Fytotox toetsen	7
2.3.5 Gewaswaarnemingen	8
2.4 Analyses spoelwater na stomen uit praktijk	9
2.5 Communicatie	9
3 Resultaten	10
3.1 Labproef afbraak lycorine	10
3.2 Labproef effect H ₂ O ₂ op wortelgroei	10
3.3 Kasproef met hergebruik drainwater	10
3.3.1 Teeltschema en gerealiseerd klimaat	10
3.3.2 Bemesting	11
3.3.3 Watergift	13
3.3.4 Drain	13
3.3.5 Analyse drainwater op ziektes	14
3.3.6 Analyses drainwater op gewasbeschermingsmiddelen	14
3.3.7 Lycorinegehalte in drainwater	15
3.3.8 Fytotox substraat vóór en ná stomen en na planten	15
3.3.9 Fytotox drainwater	16
3.3.10 Stand van het gewas	20
3.3.11 Bladwaarnemingen bij bladsnijden	20
3.3.12 Gewasanalyses na bladsnijden	21
3.3.13 Uitval na bladsnijden	22
3.3.14 Productie	23
3.3.15 Verbruik waterstofperoxide	24
3.4 Analyses spoelwater na stomen in praktijk	24
3.5 Berekening emissie	24
4 Conclusies en discussie	27
4.1 Conclusies	27
4.2 Discussie	28
Literatuur	29
Bijlage I. Verdeling bolmaten per bed	1
Bijlage II. Technisch schema waterstromen	1
Bijlage III. Gerealiseerd klimaat	1
Bijlage IV. Productie per behandelingscombinatie	1

Samenvatting

Bij amaryllis wordt nog weinig drainwater hergebruikt vanwege sterke vermoedens dat in drainwater van amaryllis groeiremmende stoffen aanwezig zijn. Om de hoeveelheid spuiwater terug te dringen is op verzoek van de amarylliscommissie onderzoek gestart naar mogelijkheden om drainwater van amaryllis her te gebruiken met zo min mogelijk risico op groeiremming.

Labproef met waterstofperoxide

In een voorstudie van Groen Agro Control in 2012 is naar voren gekomen dat amaryllisbollen lycorine bevatten en dat die stof mogelijk verantwoordelijk is voor groeiremming bij hergebruik van drainwater van amaryllis. Daarom is eerst een labproef uitgevoerd om vast te stellen of lycorine afgebroken kan worden door waterstofperoxide. Naarmate meer waterstofperoxide toegevoegd werd aan een oplossing met synthetisch lycorine, nam de hoeveelheid lycorine af. Dit bevestigt dat waterstofperoxide lycorine af breekt.

Kasproef met hergebruik drainwater

Daarna is een kasproef gestart bij het GreenQ IC in Bleiswijk in samenwerking met Wageningen UR Glastuinbouw, Groen Agro Control en LTO Groeiservice om te testen of geavanceerde oxidatie (=toediening van waterstofperoxide net voordat het drainwater door de UV-ontsmetter gaat) groeiremming kan voorkomen bij hergebruik van drainwater bij amaryllis. Dit is vergeleken met hergebruik drainwater na UV-ontsmetting en met een controlebehandeling zonder hergebruik van drainwater. Begin maart 2013 zijn de amaryllisbollen geplant en vanaf medio mei is gestart met recirculeren. De proef is uitgevoerd bij twee substraten: kleikorrels en perliet en bij twee cultivars: Red Lion en Mont Blanc.

Resultaten 1^e teeltjaar

In het eerste teeltjaar van de kasproef zijn geen nadelige effecten geconstateerd van het hergebruik van drainwater. Er was geen verschil in de productie van het 1^e teeltjaar en er zijn ook geen nadelen gezien op de gewasgroei. Bij de kleine bolmaten was er op het oog bij de recirculatiebehandelingen zelfs wat minder bladschade zichtbaar dan bij de controlebehandeling zonder recirculatie. In het eerste teeltjaar is echter nog niet al het drainwater hergebruikt. Er is 0,8 EC aan drainwater meegedoseerd en het overige drainwater is geloosd. Omdat van alle behandelingen (=600 m²) drainwater werd opgevangen en maar bij twee behandelingen (= 400 m²) drainwater werd hergebruikt is bij deze instelling naar schatting 63% van het drainwater hergebruikt en 37% geloosd. Het is dus nog niet bekend wat de resultaten zijn als (nagenoeg) al het drainwater hergebruikt wordt. Als al het drainwater wordt hergebruikt kunnen meer afwijkingen in de samenstelling van de drain op gaan treden en kan het nodig zijn om de samenstelling van het verse aandeel in de gift meer bij te sturen om de gewenste samenstelling van de voedingsoplossing te kunnen blijven geven. Daarnaast kan ook meer ophoping van Natrium optreden en indien er groeiremmende stoffen vrij komen die niet volledig afgebroken worden door de UV-ontsmetting of geavanceerde oxidatie zouden deze in theorie toch kunnen ophopen. Daarom wordt geadviseerd het percentage hergebruik in de proef zodanig te verhogen dat al het beschikbare drainwater wordt hergebruikt.

Spoelwater na het stomen

Eens in de 3 jaar worden de amaryllisbollen gerooid en het substraat gestoomd. Na het stomen wordt het substraat doorgespoeld. Vanwege hoge EC en sterke vermoedens van aanwezigheid van groeiremmende stoffen in het spoelwater wordt dit spoelwater geloosd. Daarom zijn monsters van spoelwater van drie bedrijven in de praktijk onderzocht. In één monster is lycorine gevonden (0,03 mg/l), maar bij de andere twee monsters was geen lycorine meetbaar. In het spoelwater na het stomen was de EC hoog. Vooral K was hoog en er zat ook veel ammonium, bicarbonaat, Mn en B in.

Verlaging emissie

Hergebruik van drainwater in de teelt van snij-amaryllis op substraat geeft een sterke verlaging van de emissie van meststoffen. In de berekening voor een situatie zonder hergebruik van drainwater waarbij alle drainwater (inclusief spoelwater) wordt geloosd, komt de emissie op 876 kg N/ha/jaar. Dit is ver boven de emissienorm van 150 kg N/ha/jaar voor 2014. In de berekening voor de proef bij het GreenQ IC met drainwater opvang van 600 m² en hergebruik drainwater op 400 m² komt de totale emissie op 410 kg N/ha/jaar. Dit is flink lager dan de situatie zonder hergebruik, maar nog altijd ruim boven de emissienorm voor 2014. In de berekening voor een gelijke oppervlakte van opvang en hergebruik van drainwater komt de emissie op 177 kg N/ha/jaar. De emissie ligt dan nog steeds boven de huidige norm van 150 kg N/ha/jaar. De berekende emissie is inclusief 135 kg N/ha/jaar emissie van spoelwater als gemiddeld 1/3 deel van het teeltoppervlak jaarlijks wordt gestoomd en gespoeld.

Geen groeiremming aangetoond in drainwater

In de onderzochte drainmonsters van de proef is geen betrouwbare groeiremming vast gesteld. In het drainwater is geen lycorine aangetoond boven de detectiegrens van 0,01 mg/l en bij de kiemtesten met tuinkers, mosterd en sorghum op drainwater van de kasproef zijn geen groeiremmende eigenschappen in het drainwater aangetoond. Er was wel een trend dat op drainwater behandeld met UV of drainwater behandeld met geavanceerde oxidatie de spruit- en wortellengte doorgaans wat groter was dan op onbehandeld (vuil) drainwater. In een fytotox proef (kiemtest) vertoonde het substraat ná het stomen gemiddeld wel wat minder groeiremming dan vóór het stomen.

Vervolg in 2014

Het hergebruik van drainwater van mei tot en met december 2013 is voor een amaryllisgewas dat 3 à 4 jaar vast staat relatief kort geweest. Daarom hebben de amaryllistelers geld bij elkaar gebracht om het onderzoek samen met een bijdrage van Samenwerken aan Vaardigheden en het Productschap Tuinbouw voort te zetten met een 2^e teeltjaar in 2014. Dan wordt duidelijk of de recirculatiebehandelingen ook op langere termijn geen groeiremming geven. Het is namelijk denkbaar dat groeiremmende stoffen pas tijdens of na de oogst vrijkomen als de bollen leeg getrokken worden/zijn door de bloemstelen en daardoor ook pas in een 2^e of 3^e teeltjaar gaan ophopen en groeiremming gaan geven. Daarnaast worden bij amaryllis negatieve effecten op de bloemknopaanleg pas 10 tot 22 maanden later zichtbaar in de oogst door de lange tijdsperiode tussen knopaanleg en oogst.

1 Inleiding

Om te kunnen voldoen aan de verplichtingen volgend uit de Kaderrichtlijn Water zijn afspraken gemaakt tussen de sector en betrokken overheden om de emissie van meststoffen en gewasbeschermingsmiddelen uit kassen te verminderen. Voor de substraatteelt zijn vanaf januari 2013 emissienormen van kracht geworden en deze worden komende jaren stapsgewijs verlaagd tot 0 emissie in 2027. De emissienorm is een norm voor de lozing van kg N/ha/jaar. Voor overig sierteelt (waaronder amaryllis) geldt:

- 2013/2014: 150 kg N/ha/jaar ¹
- 2015/2017: 100 kg N/ha/jaar
- Vanaf 2018: 75 kg N/ha/jaar

De emissienorm geldt ook voor waterstromen die niet zozeer geloosd worden als drainwater, maar wel drainwater bevatten, zoals bv. filterspoelwater als daar drainwater voor gebruikt is. Ook deze waterstroom moet dan worden gemeten (<http://www.glastuinbouwwaterproof.nl/wetgeving/substraat/>).

Bij amaryllis wordt nog weinig drainwater hergebruikt vanwege sterke vermoedens dat in drainwater van amaryllis groei remmende stoffen aanwezig zijn. Bij de amaryllistelers is wel de behoefte de hoeveelheid spuiwater terug te dringen en daarom heeft de amarylliscommissie de hoogste prioriteit gegeven aan onderzoek naar hergebruik van drainwater. Daarom is onderzoek gestart hoe bij amaryllis drainwater hergebruikt kan worden zonder risico op groeiremming en met behoud van plantgezondheid, productie en kwaliteit.

Groen Agro Control heeft in 2012 een vooronderzoek uitgevoerd naar groeiremmende stoffen die door amaryllis geproduceerd worden (Woets et al, 2012). Amaryllisbollen bevatten lycorine, een sterk fytoxische stof. In een laboratoriumproef gaf een hoge concentratie synthetisch lycorine groeiremming bij komkommer. In een biotoets met mosterd en sorghum op water met een lage concentratie lycorine werd geen groeiremming gevonden. Groen Agro Control heeft een meetmethode voor lycorine ontwikkeld. In de drainwater monsters van amaryllisbedrijven uit de praktijk die tijdens het vooronderzoek zijn onderzocht, zijn geen meetbare concentraties lycorine terug gevonden. In amaryllisblad is geen lycorine gemeten. In amaryllis bollen is wel lycorine gevonden en na het koken van enkele bollen kwam meer lycorine vrij (Woets et al, 2012).

In eerder onderzoek bij andere gewassen is waterzuivering met de combinatie van waterstofperoxide en UV (=geavanceerde oxidatie) toegepast om groeiremming te voorkomen bij hergebruik van drainwater. Bij actieve oxidatie wordt de toegediende oxidator (waterstofperoxide) door opvallend UV licht deels omgezet in zuurstofradicalen. Door de maar zeer kort stabiele radicalen is de ontsmettende werking groter dan wanneer de oxidator ná de UV ontsmetter wordt toegediend. Op een rozenbedrijf met een HD-UV ontsmetter en een gerberabedrijf met een LD-UV ontsmetter (beide met een waterstofperoxide-unit) is het effect bepaald van combinaties van verschillende doseringen waterstofperoxide en verschillende UV-dosering op de groei in een biotoets. Een combinatie van waterstofperoxide en UV gaf betere groeieresultaten in de biotoetsen dan UV en/of waterstofperoxide alleen. Bij de metingen werden goede resultaten gevonden bij 15-25 mg/l waterstofperoxide met een positieve uitschieter bij 40 mg/l bij de metingen met LD-UV. Voor de UV-doseringen gaf de range van 100-250 mJ/cm² goede resultaten. Opvallend was dat een hogere UV-dosering (500 mJ/cm²) in de biotoets een mindere groei liet zien (Van der Maas et al, 2012). Als richtlijn voor voorkomen groeiremming wordt daarom: 15-25 mg/l H₂O₂ en 100 mJ/cm² UV aangehouden. De meeste praktijkbedrijven die gevolgd zijn in eerder onderzoek zaten niet hoger dan 15 mg/l H₂O₂. Een bedrijf gaat tot 40 mg/l H₂O₂. Deze teler is wel eenmaal tegen problemen aangelopen, maar blijft desondanks een hoge dosering toepassen (van der Maas, pers. med.).

Om schade aan de wortels te voorkomen is het bij toepassing van geavanceerde oxidatie belangrijk om te controleren dat er (nagenoeg) geen H₂O₂ meer meetbaar is als het voedingswater bij de planten komt. In een recirculerend NFT-teeltsysteem met sla in Nieuw Zeeland was er schade vanaf 4 ppm waterstofperoxide (Blok, pers. med.). Bij een NFT-teeltsysteem vloeit voortdurend nieuwe peroxide over de wortels. Bij andere teeltsystemen zal naar verwachting minder snel schade op zal treden. Een lage concentratie H₂O₂ wordt in kassen soms toegepast om de leidingen van het watergeefstelsel te reinigen.

¹ Berekening emissie: kg N/ha/jaar = ((NO₃+NH₄-concentratie in mmol/l in de spui) x (m³/ha/jaar spui)) x 14/1000

Het voordeel van geavanceerde oxidatie is dat geavanceerde oxidatie ook toegepast kan worden om gewasbeschermingsmiddelen in spuiwater (afvalwater) af te breken. Wettelijk is zuivering (nog) niet verplicht, maar in de tweede nota duurzame gewasbescherming staat aangegeven dat naar verwachting uiterlijk vanaf 2016 wordt voorgeschreven dat zuivering van spuiwater voor diverse lozingssituaties zal worden voorgeschreven om de emissie van gewasbeschermingsmiddelen te voorkomen (<http://www.glastuinbouwwaterproof.nl/zuiveringstechniek/>). Voor afbraak van gewasbeschermingsmiddelen wordt vooralsnog als richtlijn een dosering aangehouden van: 25 mg/l H₂O₂ en 250-500 mJ/cm² UV (van Os, E. pers. med.).

Dit rapport beschrijft de opzet, uitvoering en resultaten van labproeven en een 1^e teeltjaar van een kasproef met recirculatie bij amaryllis. In de eerste labproef is vastgesteld of lycorine afgebroken wordt door waterstofperoxide en bepaald welke concentratie waterstofperoxide nodig is om lycorine af te breken. In de tweede labproef is een reeks waterstofperoxide concentraties toegediend bij wortels van amaryllisbollen beworteld op water om vast te stellen of en bij welke concentratie waterstofperoxide schade bij de wortels ontstaat. Daarna is bij het GreenQ IC in Bleiswijk een kasproef gestart in samenwerking met Wageningen UR Glastuinbouw, Groen Agro Control, LTO Groeiservice en Amaryllis teeltbegeleiding en advies. In deze proef is getest in hoeverre hergebruik van drainwater behandeld met alleen UV en hergebruik van drainwater behandeld met geavanceerde oxidatie (=toediening waterstofperoxide net voordat het drainwater door de UV-ontsmetter gaat) mogelijk is met behoud van plantgezondheid, productie en kwaliteit.

Dit onderzoek is onderdeel van het onderzoeksproject “Glastuinbouw Waterproof substraat behoud van plantgezondheid en voorkomen groeiremming”. Dit onderzoeksproject is gericht op de ontwikkeling van oplossingen om het hergebruik van drainwater te bevorderen in gewassen waar nog weinig drainwater hergebruikt wordt. Dit onderzoek is gefinancierd door het Productschap Tuinbouw, Ministerie van EZ en Samenwerken aan Vaardigheden en gesponsord door Jongkind Hydro (aanvulling kleikorrels), Pull Rhenen (aanvulling perliet), Hans Hoogenraad (stomen substraat) en Martin Boers (koken, drogen en bewaren van de bollen vóór het planten).

Doel

Ontwikkelen van methode voor hergebruik drainwater voor snij-amaryllis zonder risico op groeiremming en met behoud van plantgezondheid, productie en kwaliteit.

2 Materiaal en methode

2.1 Labproef afbraak lycorine

Omdat in onderzoek naar voren is gekomen dat lycorine mogelijk verantwoordelijk is voor groeiremming bij amaryllis (Woets et al, 2012) is een labproef uitgevoerd om vast te stellen of lycorine afgebroken kan worden door waterstofperoxide en te bepalen welke concentratie waterstofperoxide nodig is om lycorine af te breken.

Lycorine ($C_{16}H_{17}NO_4$ molmassa: 287 g/mol) is een giftige stof die in verscheidene planten uit de narcisfamilie voorkomt zoals Amaryllis, Clivia, haaklelie, Hippeastrum en narcis. Het is uiterst giftig, zo niet dodelijk, als het in bepaalde hoeveelheden ingenomen wordt (Wikipedia). Bij waterstofperoxide (H_2O_2 molmassa: 34 g/mol) laat de binding tussen de twee zuurstofatomen vrij makkelijk los, waardoor twee OH-radicalen ontstaan. Deze radicalen reageren makkelijk met andere zuurstofradicalen of met andere stoffen, waardoor een oplossing van waterstofperoxide uiterst reactief is (Wikipedia).

Op het laboratorium van Wageningen UR Glastuinbouw is een standaard oplossing aan gemaakt met schoon water en een hoge dosering synthetisch lycorine (Sigma-Aldrich). Bij deze oplossing is een reeks concentraties waterstofperoxide toegevoegd van 0, 1, 2, 5, 10, 15, 20, 35 en 50 ppm. Na toediening hebben de oplossingen een nacht over gestaan in een donkere kamer bij kamertemperatuur. Daarna zijn alle behandelingen bemonsterd en is door Groen Agro Control bepaald hoeveel lycorine nog in de oplossing aanwezig was.

2.2 Labproef effect H_2O_2 op wortelgroei

In het laboratorium van Groen Agro Control zijn amaryllisbollen in een bamibak geplaatst en verdeeld over 4 behandelingen met oplopende concentraties waterstofperoxide (Tabel 1). De bollen zijn eerst in bakjes met een bodempje water beworteld. In de bamibakjes werd iedere keer 150 ml water gezet. Het water is tweemaal per week verversd. Het oude water werd weggegooid en er werd 150 ml nieuw water in de bakjes gedaan. Na 3,5 week zijn de planten op water met H_2O_2 gezet. Omdat de planten niet allemaal even goed beworteld waren zijn de planten naar hoeveelheid wortels verdeeld over de behandelingen. In iedere behandeling waren drie planten aanwezig: een plant met veel wortels, een plant met een gemiddelde hoeveelheid wortels en een plant met weinig wortels. Zodoende werden de behandelingen in drievoud uitgevoerd.

In de eerste serie waren de concentraties H_2O_2 : 0, 1, 2, en 5 ppm. Na drie dagen is opnieuw water met H_2O_2 aan de planten gegeven. Na een week is het resultaat beoordeeld van de eerste serie en zijn de hoge concentraties H_2O_2 ingezet: 0, 10, 25, en 50 ppm. Na drie dagen is opnieuw water met waterstofperoxide aan de planten gegeven. Een week na de eerste toediening zijn de wortels beoordeeld.

Tabel 1. Overzicht van de behandelingen met verschillende H_2O_2 concentraties (in ppm). De hoge concentraties zijn getest op dezelfde bollen, nadat de lage concentraties getest waren.

plant	H_2O_2 laag	H_2O_2 hoog
1 t/3	0	0
4 t/m 6	1	10
7 t/m 9	2	25
10 t/m 12	5	50

2.3 Kasproef met hergebruik drainwater

2.3.1 Proefopzet

In een proefkas bij het Green Q Improvement zijn vanaf mei 2013 drie recirculatiebehandelingen uitgevoerd bij snij-amaryllis:

1. Controlebehandeling zonder hergebruik van drainwater (=huidige praktijksituatie).
2. Hergebruik van drainwater na behandeling door een UV-ontsmetter.
3. Hergebruik van drainwater na geavanceerde oxidatie (=toevoeging van waterstofperoxide net voordat het drainwater door de UV-ontsmetter gaat).

Omdat drainopvang per behandeling financieel niet haalbaar was, is het drainwater uit alle bedden gezamenlijk opgevangen in één vuil water opvang bak. Vanuit deze bak is de drain in tweeën verdeeld voor behandeling 2 en 3.

Op verzoek van de BCO is voor de watergift van behandeling 2 en 3 maximaal 35% drainwater gebruikt. Het overtollige drainwater is geloosd.

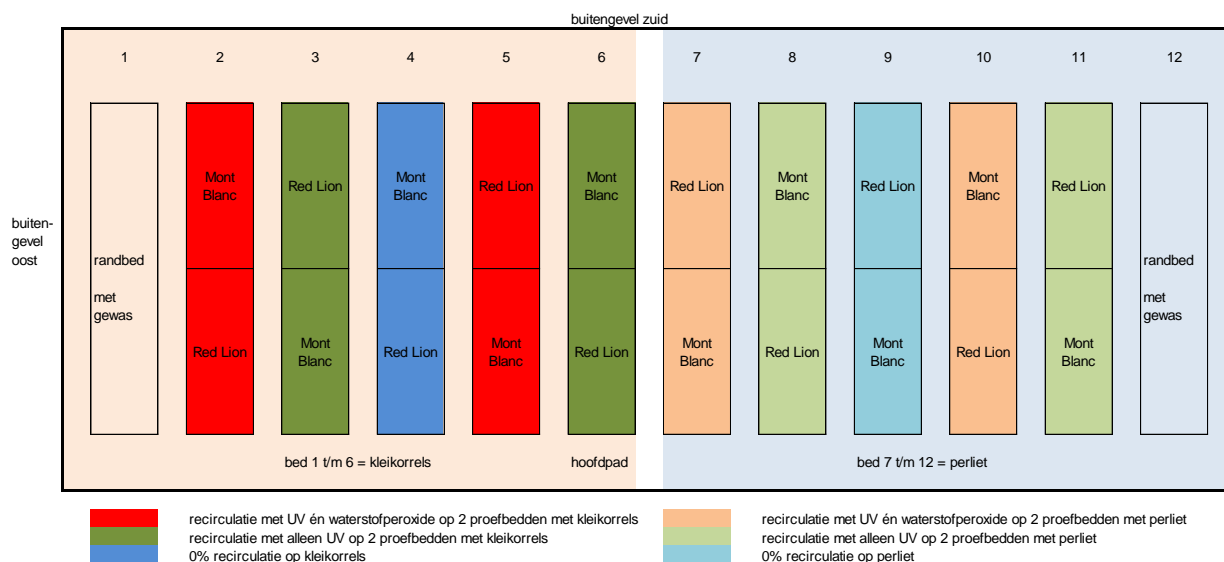
Deze behandelingen zijn uitgevoerd bij:

- twee substraten: kleikorrels en perliet
- twee cultivars: Red Lion en Mont Blanc

In totaal zijn 12 behandelingscombinaties uitgevoerd (3 recirculatiebehandelingen * 2 substraten * 2 cultivars).

De proef is uitgevoerd in een kas waar eerder onderzoek naar opbrengstverhoging van amaryllis is uitgevoerd (Kromwijk et al, 2013). Voor dat onderzoek was bed 1 t/m 6 al ingericht met kleikorrels en bed 7 t/m 8 met perliet (zie figuur 1). De proef is dus uitgevoerd op substraat wat al drie jaar lang gebruikt was voor amaryllis. Het substraat is voor het planten gestoomd (1,5-2 uur bol) en na het stomen aangevuld met nieuw substraat tot de bakken weer vol waren. Om randeffecten uit te sluiten zijn de randbedden 1 en 12 niet opgenomen in de proef. Omdat daardoor per substraat maar 5 proefbedden beschikbaar waren zijn behandeling 2 en 3 in twee herhalingen en de controlebehandeling in enkelvoud uitgevoerd bij beide substraten. Op de twee randbedden is geen drainwater hergebruikt (=watergift gelijk aan behandeling 1). De proefbedden zijn in twee helften verdeeld: op de ene helft is de cultivar Red Lion geplant op de andere helft de cultivar Mont Blanc.

Januari 2013 zijn de bollen van de vorige proef gerooid, gezoold en op het oog gesorteerd in drie groottes: groot (28-op), middel (24-28) en klein (<24). Daarna zijn de bollen door een teler van de BCO gekookt, gedroogd en tot begin maart 2013 bewaard. Na toekenning van de financiering is begin maart 2013 direct geplant. Dit is later dan de normale plantdatum in de praktijk (januari). Daardoor was er bij Mont Blanc al wat blad uitgelopen tijdens de bewaring. Op elk bed zijn evenveel grote, middelgrote als kleine bollen terug geplant om mogelijke effecten van bolmaat uit te sluiten (zie bijlage I). De randbedden zijn gevuld met resterende kleine bollen. Voor Red Lion waren niet voldoende bollen beschikbaar uit de vorige proef. Daarom zijn extra Red Lion bollen aangekocht van twee herkomsten: een partij van 1000 grote bollen (28-op) en een partij kleine bollen (24-ers). Van deze bollen is ook op elk bed evenveel bollen van elke herkomst geplant. Na het planten is het substraat doorgespoeld. Bij perliet is 3x langzaam met broeskop bovendoor water gegeven en bij kleikorrels is het substraat kort even blank gezet.



Figuur 1: Proefschema recirculatie amaryllis in de proefkas.

2.3.2 Technische uitvoering

Na toekenning van de financiering is begin maart direct gestart met de technische aanpassingen om de drie verschillende recirculatiebehandelingen te kunnen realiseren. Er is een LD-UV-ontsmetter geplaatst (Foto 1). Er is gekozen voor een LD-UV omdat de watervolumes te klein zijn voor een HD-UV. Omdat drainopvang per behandeling financieel niet haalbaar was, is het drainwater uit alle bedden gezamenlijk opgevangen in één vuil water opvang bak. Vanuit deze bak is de drain verdeeld over twee voorraadsilo's: één vuil water silo voor hergebruik drainwater na UV-ontsmetting en één vuil water silo voor hergebruik drainwater na geavanceerde oxidatie (zie Foto 1 en schema in bijlage 2) en het overtollig drainwater wat daarna nog overbleef is geloosd. Vanuit de eerste vuil water silo is drainwater ontsmet door de UV-ontsmetter en opgevangen in een schoon water silo. Vanuit deze schoon water silo

is met de Nutronic drainwater en nieuwe voedingsoplossing in een vaste verhouding gemengd en opgeslagen in een dag voorraadsilo. Vanuit deze dag voorraad silo is water geven. Voor de behandeling met geavanceerde oxidatie is aan het drainwater waterstofperoxide toegevoegd net voordat het drainwater door de UV-ontsmetter werd ontsmet en opgevangen in een aparte schoon water silo. Vanuit deze schoon water silo is met de Nutronic drainwater en nieuwe voedingsoplossing in een vaste verhouding gemengd en opgeslagen in een aparte dag voorraadsilo. Vanuit deze silo is water geven. Bij de controle behandeling is de bestaande dagvoorraadsilo gebruikt die door de Nutronic gevuld werd met volledig nieuwe voedingsoplossing. Bij elke dagvoorraadsilo zijn 2 kranen geïnstalleerd: één voor kleikorrels en één voor perliet om de watergift per substraat naar behoefte te kunnen sturen. Mei 2013 waren de technische aanpassingen klaar en zijn de recirculatiebehandelingen gestart.

Naar aanleiding van resultaten van eerder onderzoek en praktijkervaringen bij andere gewassen (zie hoofdstuk 1) is voor de behandeling met geavanceerde oxidatie gestart met een concentratie waterstofperoxide van 15 mg/l vóór de UV-ontsmetter. Met peroxide testkaartjes is handmatig gecontroleerd of er nog een lage concentratie waterstofperoxide aanwezig was op het moment dat de ontsmette oplossing in de dagvoorraadsilo kwam. Indien er geen waterstofperoxide meetbaar was in deze waterstroom is de dosering verhoogd. Om schade aan de wortels te voorkomen is de dosering waterstofperoxide verlaagd als er teveel waterstofperoxide overbleef in de oplossing na de ontsmetting. Het verbruik aan waterstofperoxide is geregistreerd.



Foto 1: Geïnstalleerde UV-ontsmetter (links) en extra geïnstalleerde vuil water silo's, schoon water silo's en dagvoorraadsilo's (boven) voor de proef met hergebruik van drainwater bij amaryllis.

2.3.3 Analyses drainwater

Elke twee weken zijn monsters genomen van het drainwater in de vuilwatersilo (gezamenlijke drain van alle behandelingen bij elkaar) en is door Groen Agro Control de EC, pH en hoeveelheid voedingselementen in het drainwater vastgesteld. Op advies van de teeltadviseur en telers in de BCO is indien nodig de samenstelling van de voedingsoplossing van het bij te mengen verse voedingswater aangepast.

Door Groen Agro Control zijn ook drainwatermonsters geanalyseerd op de aanwezigheid van lycorine en gewasbeschermingsmiddelen in het drainwater. De lycorinebepalingen zijn uitgevoerd volgens de LC-MS/MS methode. Met deze methode kan lycorine vanaf 0,01 mg/l gemeten worden.

Daarnaast heeft Groen Agro Control in de eerste helft van september 2013 drainwater uit verzamelsilo van drain van alle behandelingen bij elkaar en drainwater van de behandelingen apart onderzocht op aanwezigheid van plantpathogene oomyceten en schimmels. Deze analyse is uitgevoerd met DNA-techniek.

2.3.4 Fytotox toetsen

De fytoxiciteitsproeven zijn uitgevoerd door het bodemlaboratorium van Wageningen UR Glastuinbouw (Barbara Eveleens) volgens een standaardprocedure voor fytoxiciteitsproeven ontwikkeld door Chris Blok van Wageningen UR Glastuinbouw.

2.3.4.1 Fytotox substraat vóór en ná stomen en na planten

Met een fytoxiciteitsproef (kiemtest) is onderzocht of de bestaande substraten (gebruikt in 3-jarig voorgaand onderzoek met snij-amaryllis) stoffen vrij gaven die groei remming kunnen veroorzaken. Vóór de start van de kasproef zijn substraatmonsters verzameld vóór en ná het stomen (februari 2013) en half april 2013 (1,5 maand na het planten) zijn opnieuw substraatmonsters verzameld. De monsters waren elke keer afkomstig van 2 substraten: kleikorrels en perliet en van 2 cultivars die van 2010 t/m 2012 op deze substraten geteeld waren: Mont Blanc en Red Lion. Om geschikte monsters te maken voor de fytoxiciteits test is 800 ml water toegevoegd aan 200 gram perliet en 800ml water toegevoegd aan 250 gram kleikorrels en dit is één week in de koelcel bewaard. Daarna is het water getest en vergeleken met de controle behandeling van een standaard komkommer voeding in een fytoxiciteitsproef met zaden van tuinkers en mosterd. Alle oplossingen zijn getest op EC en pH en aangepast tot een gelijke EC van 2.8 en een pH van 5.2 voor alle behandelingen in de fytoxiciteits test. Voor dit onderzoek is verder de standaardprocedure voor fytoxiciteitsproeven van Wageningen UR Glastuinbouw gevolgd.

2.3.4.2 Fytotox drainwater

Omdat enerzijds nog niet aangetoond is dat lycorine daadwerkelijk groeiremming geeft in de teelt van amaryllis en anderzijds naast lycorine ook nog andere groei remmende stoffen in het drainwater aanwezig kunnen zijn, zijn fytoxiciteitsproeven (kiemtesten) uitgevoerd om vast te stellen of in het drainwater van de amaryllisproef groei remmende eigenschappen aanwezig zijn. Daarvoor is in juni en november per behandeling drainwater achteruit de drainputjes op de proefbedden verzameld (foto 2) en zijn drainwatermonsters uit de gezamenlijke vuilwatersilo, schoonwatersilo na UV-ontsmetting en schoonwatersilo na geavanceerde oxidatie verzameld.



Foto 2: Voor de fytoxiciteitsproeven is per behandeling drainwater uit de drainputjes op de proefbedden verzameld.

Met een fytoxiciteitsproef (kiemtest) met zaden van tuinkers en mosterd is bepaald in hoeverre groei remmende eigenschappen in deze drainwatermonsters aanwezig waren. In november is naast tuinkers en mosterd ook zaad van sorghum getest omdat sorghum een monocotyl is net als amaryllis. Tuinkers en mosterd zijn beide dicotylen. De monsters zijn vergeleken met de controle behandeling van een standaard komkommer voeding. Alle oplossingen zijn getest op EC en pH en aangepast tot een gelijke EC en pH voor alle behandelingen in de fytoxiciteits test. Alle monsters zijn geanalyseerd op nutriënten. Voor deze onderzoeken is verder de standaardprocedure voor fytoxiciteitsproeven van Wageningen UR Glastuinbouw gevolgd.

2.3.5 Gewaswaarnemingen

- Tijdens de tweewekelijkse bijeenkomsten, heeft de BCO op het oog de stand van het gewas beoordeeld.
- Vanwege de korte groeiperioden en om gewasschade voor omringende bollen te voorkomen zijn op advies van de BCO geen tussentijdse gewasmetingen uit gevoerd.
- Bij het blad snijden is van 8 bollen per bed het aantal bladeren per bol en vers- en drooggewicht van het blad gemeten.
- Na het blad snijden bleken sommige bollen wat los te staan. Deze bollen bleken rotte plekken in bolbodem te hebben. Twee weken na het bladsnijden zijn de losstaande bollen verwijderd, ingeboet en geteld.
- Bij de oogst is door medewerkers van het IC van elk bed het aantal stelen en totaal oogstgewicht gemeten. De resultaten van de tellingen zijn door Wageningen UR Glastuinbouw verwerkt en statistisch getoetst.

2.4 Analyses spoelwater na stomen uit praktijk

Bij de teelt van snij-amaryllis wordt het substraat na het stomen door gespoeld om ongewenste stoffen te verwijderen. In dit spoelwater worden hoge EC's gemeten en er zijn sterke vermoedens dat groei remmende stoffen aanwezig zijn in dit spoelwater. Om meer inzicht te krijgen in de samenstelling van dit spoelwater zijn door Groen Agro Control een aantal monsters verzameld van spoelwater na het stomen in de praktijk en geanalyseerd op de aanwezigheid van lycorine, gewasbeschermingsmiddelen en voedingselementen.

2.5 Communicatie

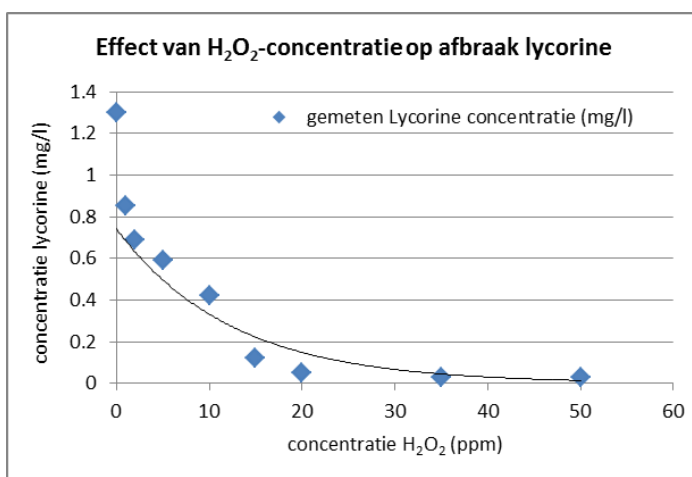
Tijdens de uitvoering van het onderzoek is de voortgang van het onderzoek toegelicht en afgestemd met de begeleidingscommissie amaryllis (tweewekelijks) en teeltvoorlichter Jan Overkleef (wekelijks). Daarnaast zijn samen met LTO –Groeiservice diverse communicatie-activiteiten georganiseerd en uitgevoerd:

- Publicaties in LTO-gewasnieuwsbrieven:
 - Kromwijk, A. (2013). Nieuwe emissienormen maken recirculatie amaryllis nodig. Snijbloemen.actueel. editie Bol- en knolgewassen / uitgave van de landelijke Cie Snijbloemen van LTO Groeiservice 16 (4). - p. 1 - 2.
 - Kromwijk, A. (2013). Onderzoek naar gevolgen recirculatie amaryllis. Snijbloemen.actueel. editie Bol- en knolgewassen / uitgave van de landelijke Cie Snijbloemen van LTO Groeiservice 16 (3). - p. 4 - 4.
- Publicaties in vakbladen:
 - Anoniem (2013). Onderzoek recirculatie amaryllis van start. Onderzoekspagina Onder Glas maart 2013, pag. 47.
 - Neefjes, H.(2013). Recirculatie drainwater lijkt mogelijk bij amaryllis. Vakblad voor de Bloemisterij nr. 18, pag. 36-37.
 - Velden, P. van (2013). Op zoek naar groeiremmende factoren bij amaryllis. Nieuwe proef met recirculatie van start. Onder Glas september 2013, pag. 53.
 - Velden, P. van (2014). In eerste teeltjaar geen negatieve effecten recirculatie op productie. Eerste seizoen recirculatie amaryllis achter de rug. Onder Glas februari 2014, pag. 23.
- Twee landelijke amaryllisdagen met presentaties/toelichting stand van zaken van het recirculatie-onderzoek:
 - Grootsholten, M. (2013). Recirculatie amaryllis. Presentatie landelijke dag amaryllis 's Gravenzande, 12 juni 2013.
 - Kromwijk, A. (2013). Recirculatie amaryllis -Handout en mondelinge toelichting op landelijke dag amaryllis. Boechout, Belg. : landelijke dag amaryllis, 30 oktober 2013.
- Organisatie van open middag bij de recirculatieproef met poster, handouts van poster en mondelinge toelichting stand van zaken:
 - Kromwijk, A. ; Baar, P.H. van; Overkleef, J. ; Woets, F. ; Verberkt, H. (2013). Recirculatie amaryllis: behoud plantgezondheid en voorkomen groeiremming. Bleiswijk : Green Q Improvement Centre, Open middag met poster en handout bij proef Recirculatie amaryllis, 2 oktober 2013.
- Kennisdag water:
 - Kromwijk, A. ; Baar, P.H. van; Overkleef, J. ; Woets, F. ; Verberkt, H. (2013). Recirculatie amaryllis: behoud plantgezondheid en voorkomen groeiremming. Wageningen UR Glastuinbouw, Poster en mondelinge toelichting bij poster op Kennisdag Water, 8 oktober 2013.
- Digitale artikelen op website van Glastuinbouw Waterproof en LTO-Groeiservice:
 - Verberkt, H. ; Kromwijk, A. (2013). Onderzoek recirculatie drainwater Amaryllis. Website Glastuinbouw Waterproof en website LTO-Groeiservice, 25 juli 2013.
 - Anoniem (2013). Behoud plantgezondheid en voorkomen groeiremming amaryllis. Website Glastuinbouw Waterproof.
 - Kromwijk, A. (2013). Recirculatie amaryllis -Handout en mondelinge toelichting op landelijke dag amaryllis. Website Glastuinbouw Waterproof.
 - Kromwijk, A. (2014). Geen verschil in productie 1e teeltjaar na hergebruik drainwater bij amaryllis. Website Glastuinbouw Waterproof, 1 mei 2014.
 - Kromwijk, A. ; Baar, P.H. van; Overkleef, J. ; Woets, F. ; Verberkt, H. (2014). Recirculatie amaryllis: Productie 1^e teeltjaar. Website Glastuinbouw Waterproof.
- Daarnaast zijn op verzoek meerdere amaryllis excursiegroepen rondgeleid.

3 Resultaten

3.1 Labproef afbraak lycorine

De resultaten van de labproef laten zien dat lycorine afgebroken wordt door waterstofperoxide. Toevoeging van waterstofperoxide aan een oplossing met lycorine zorgde er voor dat de lycorine afgebroken werd en bij een toenemende concentratie waterstofperoxide nam de concentratie lycorine die terug gevonden werd duidelijk af (figuur 2). Bij een gehalte van circa 15 à 20 ppm waterstofperoxide was de meeste lycorine afgebroken.



Figuur 2: Gemeten concentratie lycorine na toediening van verschillende concentraties waterstofperoxide (H₂O₂).

3.2 Labproef effect H₂O₂ op wortelgroei

In de proef met lage concentraties H₂O₂ (0, 1, 2, en 5 ppm) was na een week geen verschil te zien aan de wortelpunten (en andere delen van de planten) van de planten in de verschillende behandelingen. Vervolgens zijn de hoge concentraties H₂O₂ ingezet (0, 10, 25, en 50 ppm). Na een week met hoge concentraties H₂O₂ was er geen verschil zichtbaar tussen de planten in de verschillende behandelingen. Alle wortelpunten zijn gaaf gebleven.

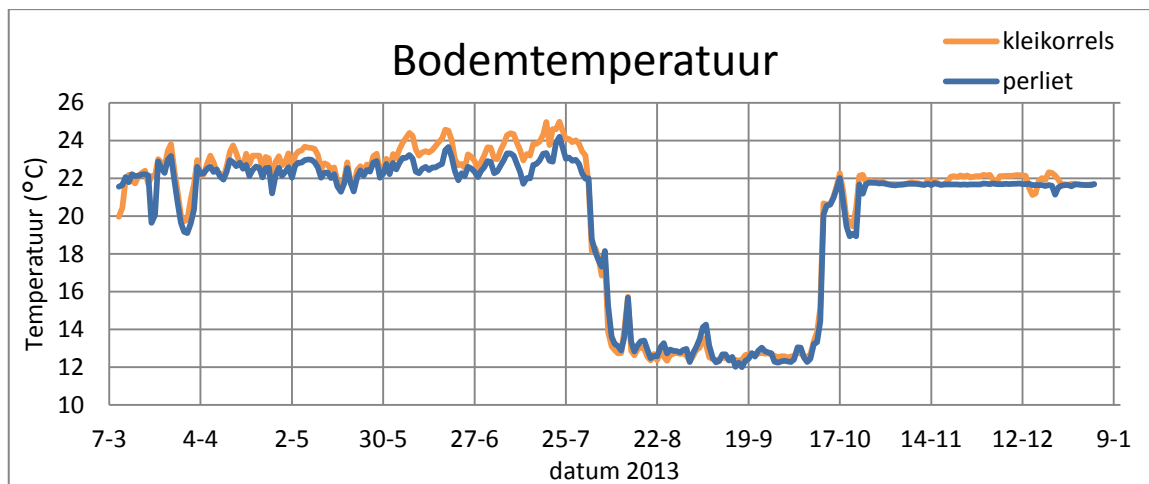
3.3 Kasproef met hergebruik drainwater

3.3.1 Teeltschema en gerealiseerd klimaat

De kleine Red Lion bollen uit de praktijk kwamen na het planten erg ongelijk en ook werden enkele rotte bollen gevonden. Deze zijn verwijderd en ingeboet met overgebleven bollen uit de koelcel. Vanwege late toekenning van de financiering kon pas 8 maart geplant worden. Normaal wordt in de praktijk in januari geplant. De klimaatinstelling zijn ingesteld op advies van de teeltadviseur en de BCO. De bodemtemperatuur is ingesteld op 22°C en de kasttemperatuur is ingesteld op minimaal 15°C. Er is gelucht zodanig dat kasttemperatuur niet boven 27-28°C kwam. Vanaf 8 april is verneveld bij een bij vochtdeficiet > 7 met een setpointverlaging van -3 bij oplopende instraling van 200 naar 425 Watt. Bij 600 Watt liep het Harmony-doek dicht en bij 400 Watt ging het doek weer open. Op 7 mei zijn de zijgevels gekrijt (normaal krijt) en op 26 juni is ReduHeat op het kasdek aangebracht.

Omdat kerstbloei het belangrijkste afzetmoment van amaryllis is in de praktijk, is ondanks het late planttijdstip gestuurd naar een oogsttijdstip van half december. De groeiperiode vóór de koeling was dus korter dan normaal. Omdat te bereiken is 5 augustus de bodemverwarming gestopt en de bodemkoeling ingesteld op 12°C. Door een lek in de bodemkoeling was de realisatie van de bodemtemperatuur niet meteen voldoende laag. Op 8 augustus was het lek hersteld en daalde de bodemtemperatuur onder 14 °C. Op 9 oktober is de koeling uit gezet (=62 dagen na 8 augustus) en al het blad net boven de bolhal af gesneden. De koelperiode was daardoor korter dan de gebruikelijke koelperiode van 10 weken in de praktijk. Op 11 oktober is de bodemverwarming aan gezet en ingesteld op 20,5°C. Op 15 oktober is dit verhoogd naar 21,5°C en het setpoint van de kasttemperatuur ingesteld op 16°C en gelucht bij 20°C. Vanaf 12 november zijn de bollen gedurende 1 à 2 weken bollen afgedekt met acryldoek en vanaf 26

november is gestreefd naar etmaaltemperatuur van 17,5°C om de uitgroei bloemstelen te versnellen. Dit is hoger dan gebruikelijk en is ingesteld om het gewenste oogsttijdstip voor de kerst te halen. Omdat de bloemstelen op kleikorrels later begonnen te strekken dan op perliet is de bodemtemperatuur bij de kleikorrels tijdens de strekking tijdelijk iets hoger ingesteld (figuur 3). Vanaf eind november tot half januari zijn de bloemen geoogst. Het verloop van de etmaalgemiddelden van gerealiseerde kasttemperatuur, vochtdeficiet, lichtsom buiten per etmaal en daggemiddelden van het gerealiseerde CO₂-gehalte zijn weergegeven in bijlage III.



Figuur 3: Gerealiseerd etmaalgemiddelde van de bodemtemperatuur op kleikorrels en perliet in 1^e teeltjaar (2013).



Foto 3. Vooraanzicht van de proef met hergebruik drainwater, 17 september 2013.

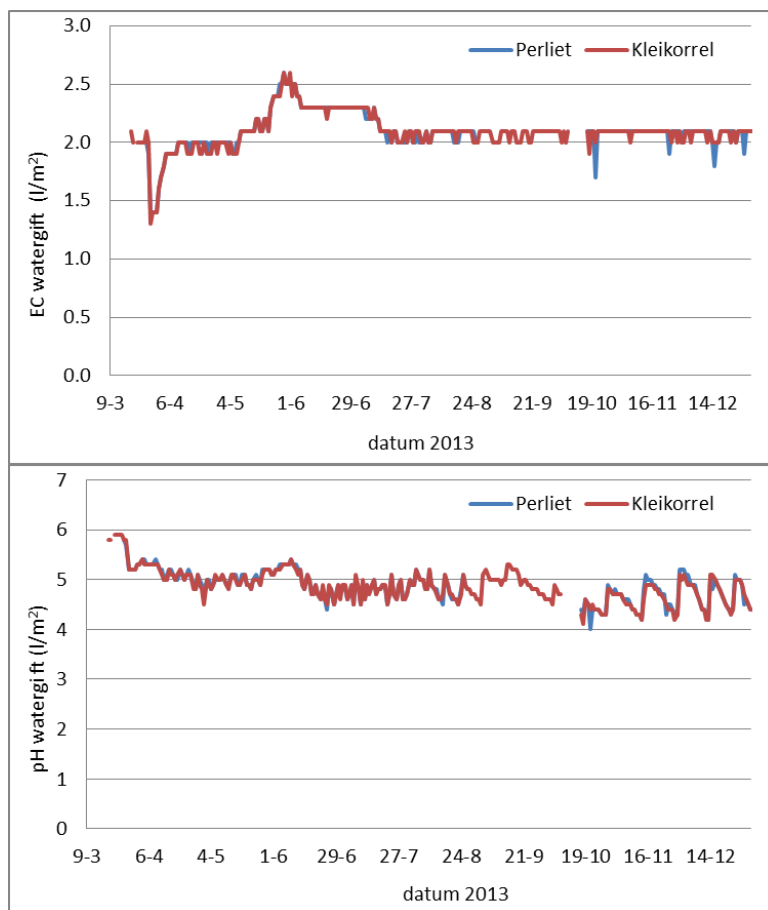
3.3.2 Bemesting

Op advies van de teeltadviseur en telers in de BCO is het voedingsschema boven in tabel 2 als uitgangspunt gebruikt. Dit is een schema voor een teelt op substraat zonder recirculatie. Omdat de sporenelementen niet afzonderlijk toegediend konden worden zijn de sporenelementen in een vaste verhouding toegediend zoals gangbaar in de groenteteelten bij het IC. Bij de behandelingen met hergebruik van drainwater is gewerkt met een voorregel EC voor bijmenging van het drainwater. Medio mei zijn de behandelingen met hergebruik drainwater gestart en is 0,6 EC aan drainwater bijgemengd. Juni/juli 2013 is dit verhoogd naar 0,8 EC drainwater bijmenging. Bij de recirculatiebehandelingen is dezelfde samenstelling van de voedingsoplossing bijgemengd als de samenstelling van de voedingsoplossing van de controlebehandeling zonder recirculatie. De EC en pH van de gift bij de controlebehandeling door het jaar heen zijn weergegeven in figuur 4.

Elke twee weken is een monster uit de verzameldrain genomen en geanalyseerd (Bijlage V). De concentratie Na was voldoende laag, altijd kleiner of gelijk aan 0.6 mmol/l. De concentratie Cl is eenmaal 0,9 mmol/l geweest, op de andere meetmomenten was deze maximaal 0,7 mmol/l. Op advies van teeltadviseur en telers in de BCO is op basis van de resultaten van de drainanalyses de voeding indien nodig bijgesteld. Er zijn in het algemeen weinig aanpassingen gemaakt. In juli is de ijzertoeiening verhoogd n.a.v. het lage ijzergehalte in het ontsmette drainwater en eind oktober is het gehalte aan sporenelementen verhoogd n.a.v. lage gehalte aan sommige sporenelementen in de gewasanalyses na het blad snijden (zie 3.3.11). De instelling van de meegegeven verse voedingsoplossing (d.d. 2 juni 2014) na de aanpassingen in het 1^e teeltjaar staat in de onderste regel in tabel 2.

Tabel 2: Uitgangspunt voor samenstelling voedingsoplossing bij de start van het onderzoek en bijgesteld voedingschema d.d. 2 juni 2014. (EC in mS/cm, hoofdelementen in mmol/l en spoorelementen in $\mu\text{mol/l}$).

	pH	EC	NH ₄	K	Ca	Mg	NO ₃	SO ₄	H ₂ PO ₄	Fe	Mn	Zn	B	Cu
Uitgangspunt	5.5	1.8	0.6	6.0	3.0	2.0	11.6	1.75	1.5	20.0	10.0	5.0	30.0	0.5
Ingesteld schema IC 2 juni 2014	5.2	2.1	0.8	6.1	3.1	1.3	10.5	1.8	1.6	20.0	15.0	4.5	25.0	1.0



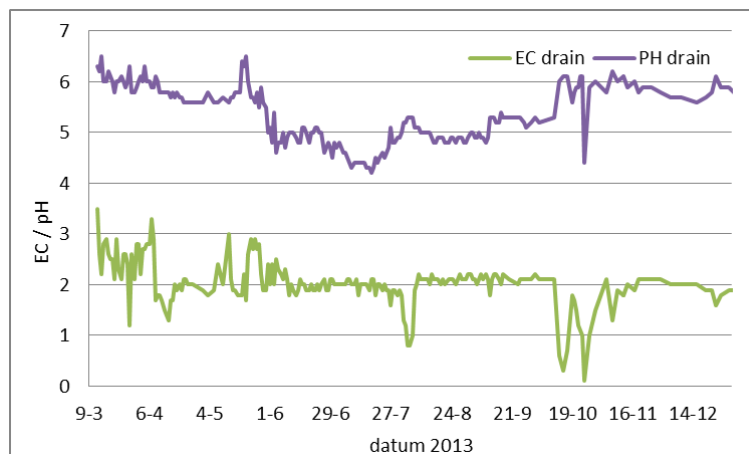
Figuur 4: Gerealiseerde EC (boven) en pH (onder) in de gift bij de controlebehandeling op perliet en kleikorrels in het 1^e teeltjaar. Bij de behandelingen met hergebruik drainwater zijn geen gegevens van de EC en pH bewaard gebleven in het 1^e teeltjaar.

December 2013 zijn watermonsters geanalyseerd uit de dagvoorraadsilo's van de drie behandelingen (tabel 3). Er was weinig verschil in samenstelling van de gift. De pH van de behandeling met hergebruik drainwater na geavanceerde oxidatie (UV met H₂O₂) was op dat moment wel wat lager dan bij de twee andere behandelingen. Verder was bij de gift van de controlebehandeling het N-, S-, Fe, B en Mo-gehalte iets lager en het Mn- en Zn-gehalte iets hoger dan in de twee behandelingen met hergebruik drainwater.

Tabel 3. Analyse van gift in dagvoorraadsilo's van de controlebehandeling zonder hergebruik drainwater (controle), hergebruik drainwater na UV-ontsmetting (UV) en hergebruik drainwater na geavanceerde oxidatie (UV+ H₂O₂), december 2013. EC in mS/cm, hoofdelementen in mmol/l en spoorelementen in $\mu\text{mol/l}$.

	pH	EC	NH ₄ ⁺	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	P	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo
controle	5.4	2.3	0.10	7.0	0.1	3.6	2.6	12.9	0.3	1.9	< 0.1	2.0	37.1	10.3	6.8	28	0.7	0.20
UV	5.2	2.4	0.10	7.5	0.1	3.8	2.7	14.3	0.4	2.1	< 0.1	2.0	39.6	7.5	5.5	34	0.7	0.40
UV+H ₂ O ₂	4.6	2.4	0.30	7.3	0.1	3.9	2.6	14.4	0.5	2.2	< 0.1	1.9	38.2	7.4	5.8	34	0.7	0.40

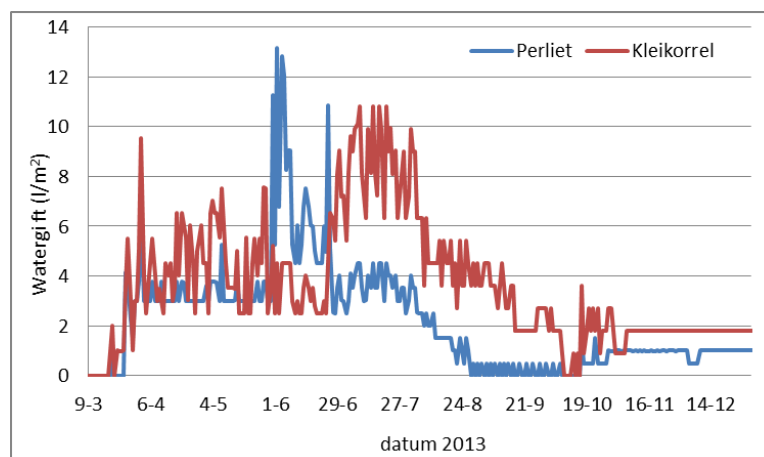
In de totale gezamenlijke drain van alle behandelingen en beide substraten bij elkaar is door het IC de EC en pH gemeten en geregistreerd (figuur 5). Dit is een verzamel drain samengesteld uit drain van de beide recirculatiebehandelingen én de controlebehandeling. Enige voorzichtigheid is geboden met deze cijfers omdat op enkele momenten drainwater vermengd is met regenwater en/of drainwater uit een naastgelegen put. De pH varieerde van ruim 6 tot ruim 4. De EC varieerde na het planten tot begin april tussen de 2 tot 3. Toen werd nog geen drainwater hergebruikt. Eind mei, na de start van het hergebruik is de EC enige tijd iets hoger geweest, maar de rest van het jaar lag de EC in de verzamel drain meestal net iets boven de 2. Dit is mogelijk mede gevolg van de lagere watergift in beginperiode en grotere watergift later in het jaar (zie figuur 6). Later in het jaar lag de EC van de drain (figuur 5) dus dicht bij de EC van de gift (figuur 4).



Figuur 5: Geregistreeerde EC en pH in de totale verzamel drain in het 1^e teeltjaar. Dit is een gemengde drain van de beide recirculatiebehandelingen en de controlebehandeling. Vanaf medio mei is dit drainwater hergebruikt in de twee recirculatie behandelingen.

3.3.3 Watergift

De watergift is ingesteld op basis van de lichtsom buiten. Naarmate de lichtsom groter was, werd meer water gegeven. De watergift is op kleikorrels en perliet afzonderlijk naar behoefte ingesteld en op advies van de BCO tussentijds enkele malen aangepast. Dit heeft geresulteerd in een lichtafhankelijke instelling op 2 juni 2014 van een extra watergift van 0,9 l/m² bij elke 300 Joules op kleikorrels en een extra watergift van 0,5 l/m² bij elke 400 Joules op perliet. Op kleikorrels is doorgaans meer water toegediend dan op perliet (figuur 6).

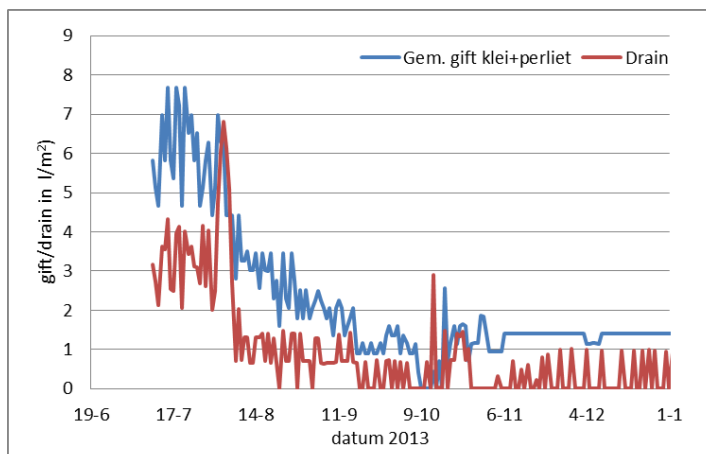


Figuur 6: Gerealiseerde watergift bij de controlebehandeling op perliet en kleikorrels in het 1^e teeltjaar. Bij de behandelingen met hergebruik drainwater zijn geen gegevens van de watergift bewaard gebleven in het 1^e teeltjaar.

3.3.4 Drain

De drain van alle behandelingen is allemaal bij elkaar in één drainwatersilo opgevangen en de totale hoeveelheid drain per etmaal is door het IC geregistreerd op het moment dat drainwater overgepompt werd naar de verwerkingsruimte (zie etmaalgegevens in figuur 7). Dit vond plaats als de vlotter in de drainsilo boven een bepaald

peil kwam en daarom is er op sommige dagen geen drain gemeten en dan weer even piek op 1 dag. Enige voorzichtigheid is geboden met de draincijfers omdat op enkele momenten drainwater vermengd is met regenwater en/of drainwater uit een naastgelegen put. In het begin werd de drainmeting verstoord doordat er kleikorrels tussen de klep zaten waardoor drainwater terug liep en vervolgens dubbel geteld werd. Die periode is hier niet weer gegeven. In figuur 7 staat de gemiddelde drain van kleikorrels en perliet en van alle behandelingen samen terug gerekend naar l/m². Ter vergelijking is in figuur 7 ook de gemiddelde gift van kleikorrels en perliet weer gegeven in l/m². Van 10-7 t/m 31-12 is gemiddeld over de kleikorrels en perliet in totaal 396 liter voedingsoplossing per m² gegeven en is 171 liter drain per m² geregistreerd (gem. 43% drain).



Figuur 7: Gerealiseerde gift (gemiddelde van controlebehandeling op kleikorrels en perliet) en geregistreeerde drain in l/m² per etmaal (gemiddeld van alle behandelingen en substraten) in het 1^e teeltjaar.

3.3.5 Analyse drainwater op ziektes

In de eerste helft van september 2013 is het drainwater (monster uit verzamelsilo van drain van alle behandelingen bij elkaar) en de substraten uit de bedden onderzocht op aanwezigheid van plantpathogene oomyceten en schimmels (Tabel 4). De analyse is uitgevoerd met DNA-techniek. In de monsters werd *Pythium spp.*, *Fusarium spp.* en *Rhizoctonia solani* gevonden.

Medio oktober 2013 is een zieke amaryllisbol uit de kasproef onderzocht op ziekten. Hierin is in sterke mate *Fusarium solani*, *Rhizoctonia solani*, en *Pythium spp.* gevonden. *Phytophthora spp.* is in zeer zwakke mate gevonden.

Tabel 4. Overzicht van aanwezigheid van oomyceten en schimmels in het gezamenlijke drainwater en in de afzonderlijke substraten.

Monster	<i>Phyt. spp.</i>	<i>Pyth. spp.</i>	<i>Fus. spp.</i>	<i>Rhiz. sol.</i>	<i>Coll. spp.</i>
Water vuile drain	-	+	-	-	-
Bed 4 klei onb.	-	+/-	-	+	-
Bed 5 klei, UV + H2O2	-	-	+/-	+	-
Bed 6 klei, UV	-	+/-	+	+	-
Bed 9 perlite, onb.	-	-	+	+	-
Bed 10, perlite, UV + H2O2	-	-	+/-	+	-
Bed 11, perlite, UV	-	-	+/-	+	-
<i>Phyt. Spp.</i> = <i>Phytophthora spp.</i>					
		- = nihil			
<i>Pyt. Spp.</i> = <i>Pythium spp.</i>		+/- = zeer zwak			
<i>Fus spp.</i> = <i>Fusarium spp.</i>		+/- = zwak			
<i>Rhiz. sol.</i> = <i>Rhizoctonia solani</i>		+ = middelmatig			
<i>Coll. spp.</i> = <i>Colletotrichum spp.</i>		++ = sterk			

3.3.6 Analyses drainwater op gewasbeschermingsmiddelen

Het ongezuiverde drainwater is meerdere malen onderzocht op residu van gewasbeschermingsmiddel. Omdat er meerdere malen met pyridaben (Carex) bestreden is, is er meerdere malen gemeten. Na de eerste behandeling met pyridaben is dit niet teruggevonden in het drainwater. Nadat het gewas meerdere malen volvelds behandeld was met pyridaben tegen narcismijt, is het wel in de vuile drain teruggevonden. De concentratie bedroeg 0,02 µg/l. Van de behandeling met abamectine (Vertimec) is geen residu teruggevonden in het drainwater (<0,01 µg/l).

3.3.7 Lycorinegehalte in drainwater

Op verschillende momenten in de teelt is het lycorinegehalte in het drainwater bepaald:

- in de drain van kleikorrels en perliet net na het planten, na het doorspoelen van het bed
- juli 2013 van drainwater van alle behandelingen afzonderlijk (uit drainwaterputjes achter op elk bed) van dezelfde drainmonsters die ook gebruikt zijn voor fytotox proef (3.3.8.2).
- in de vuile drain net na de oogstpiek, eind december 2013
- in de vuile drain voorjaar van 2014 (15 april)

Op geen enkel moment is lycorine aangetoond boven de detectiegrens van $<0,01$ mg/l.

Op een drietal bedrijven in de praktijk zijn monsters genomen van het spoelwater na het stomen en van deze monsters is ook het lycorine gehalte bepaald. Op twee van de drie bedrijven is geen lycorine gevonden ($< 0,01$ mg/l). In het spoelwater van het derde bedrijf is $0,03$ mg/l lycorine gevonden.

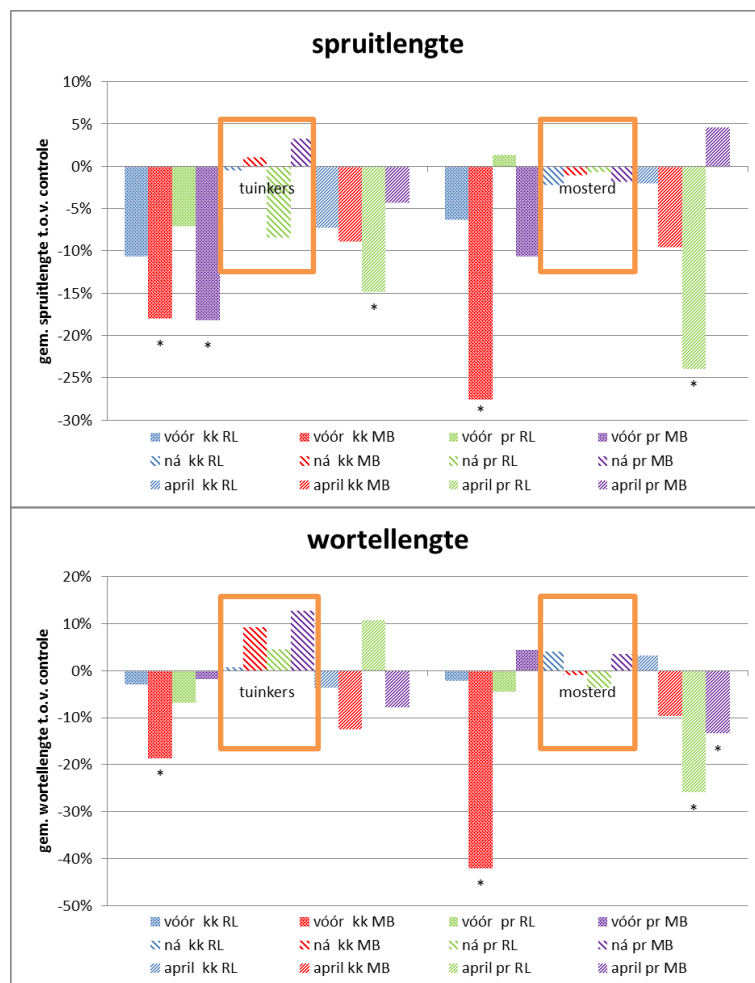
3.3.8 Fytotox substraat vóór en ná stomen en na planten

Met een fytotox proef (kiemtest) is onderzocht of de bestaande substraten (gebruikt in 3-jarig voorgaand onderzoek met snij-amaryllis) stoffen vrij gaven die groei remming zouden kunnen veroorzaken. Vóór de start van de kasproef zijn substraatmonsters verzameld vóór en ná het stomen en half april 2013 (1,5 maand na het planten) zijn opnieuw substraatmonsters verzameld. De monsters waren elke keer afkomstig van 2 substraten: kleikorrels en perliet en van 2 cultivars die van 2010 t/m 2012 op deze substraten geteeld waren: Mont Blanc en Red Lion (tabel 5). Om geschikte monsters te maken voor de fytotox test is 800 ml water toegevoegd aan 200 gram perliet of aan 250 gram kleikorrels en dit is één week in de koelcel bewaard. Alle oplossingen zijn getest op EC en pH (tabel 5) en aangepast tot een gelijke EC van 2.8 en een pH van 5.2 voor alle behandelingen. De EC en pH vóór correctie was in de substraatmonsters vóór en ná het stomen duidelijk hoger dan van de monsters van half april. Dit is waarschijnlijk (mede) een gevolg van het doorspoelen van het substraat na het stomen. Daarna is het water getest in een fytotoxproef (kiemtest) met zaden van tuinkers en mosterd.

Tabel 5 – Overzicht van behandelingen in fytotox proef van substraatmonsters vóór en ná het stomen (februari) en 1,5 maand na het planten (half april 2013) en EC en pH gemeten in water van de substraatmonsters vóór correctie.

Afkorting in grafiek	Tijdstip	Substraat	Cultivar geteeld in vorige proef	EC	pH
vóór kk RL	vóór stomen	kleikorrels	Red Lion	3.0	7.6
vóór kk MB	vóór stomen	kleikorrels	Mont Blanc	2.8	7.6
vóór pr RL	vóór stomen	perliet	Red Lion	3.4	7.6
vóór pr MB	vóór stomen	perliet	Mont Blanc	2.8	7.1
ná kk RL	ná stomen	kleikorrels	Red Lion	3.2	7.7
ná kk MB	ná stomen	kleikorrels	Mont Blanc	2.9	7.5
ná pr RL	ná stomen	perliet	Red Lion	2.2	7.5
ná pr MB	ná stomen	perliet	Mont Blanc	2.9	7.4
april kk RL	april	kleikorrels	Red Lion	1.4	5.2
april kk MB	april	kleikorrels	Mont Blanc	1.1	5.2
april pr RL	april	perliet	Red Lion	1.1	5.2
april pr MB	april	perliet	Mont Blanc	0.7	5.3

In de fytotoxproef werd slecht bij 3 monsters een betrouwbare groeiremming aangetoond (=aangegeven met sterretje in figuur 8). Ten opzicht van de controle met standaard komkommervoeding was er vóór het stomen betrouwbare groeiremming voor de wortel- en spruitlengte in het kleikorrelmonster van Mont Blanc. Ook de spruitlengte van tuinkers op het perlietmonster van Mont Blanc was sterk geremd. De andere significante remming in wortel- en spruitlengte was in het perlietmonster van april van Red Lion. In het perlietmonster van april van Mont Blanc was alleen de wortelgroei geremd, de spruit heeft hier geen remming. De verschillen tussen cultivars en substraten waren niet significant (data niet getoond). Er was een trend zichtbaar dat ná het stomen (oranje kaders in figuur 8) er doorgaans minder groeiremming was dan vóór het stomen (eerste 4 balken in figuur 8). Het stomen lijkt er dus voor te zorgen dat minder groeiremmende stoffen vrijkomen uit het substraat. Bij de substraatmonsters van april (1,5 maand na het planten en stomen) was er een trend naar gemiddeld weer wat meer groeiremming dan net na het stomen.



Figuur 8. Effect van substraatmonsters vóór en na het stomen en 1,5 maand na het planten (april) op spruitlengte en wortellengte t.o.v. standaard controle van verse voedingsoplossing gemeten bij tuinkers en mosterd (linker- en rechterdeel van de grafieken). In de oranje kaders staan de monsters ná het stomen (* significante groeiremming).

3.3.9 Fytotox drainwater

3.3.9.1 Drainwater eind juni 2013

Eind juni zijn drainmonsters genomen uit de drainputjes achteraan op de proefbedden en uit de voorraadsilo's van vuil en ontsmet drainwater (tabel 6). Bij de controlebehandeling op kleikorrels was na diverse keren monsters nog steeds geen drainwater beschikbaar in de drainputjes en kon daarom niet verder onderzocht worden. Met een fytotox proef (kiemtest) met zaden van tuinkers en mosterd is bepaald in hoeverre groeiremmende eigenschappen in deze drainwatermonsters aanwezig waren. De monsters zijn vergeleken met de controle behandeling van een standaard komkommer voeding. Alle oplossingen zijn getest op EC en pH en aangepast tot een gelijke EC van 2.8 en een pH van 5.2 voor alle behandelingen in de fytotox test. Alle monsters zijn ná het gelijk stellen van EC en pH ook geanalyseerd op nutriënten (tabel 7). In die analyse waren er alleen duidelijke verschillen in ijzer niveaus. In de schone drain monsters (=na UV-ontsmetting en na geavanceerde oxidatie) waren de ijzerniveaus 40-50% lager dan in de monsters uit de vuil water silo en de monsters direct uit de bedden (=onbehandeld drainwater). De monsters zijn door Groen Agro Control ook allemaal onderzocht op de aanwezigheid van lycorine. In geen enkel monster is lycorine aangetoond (<0,01 mg/l).

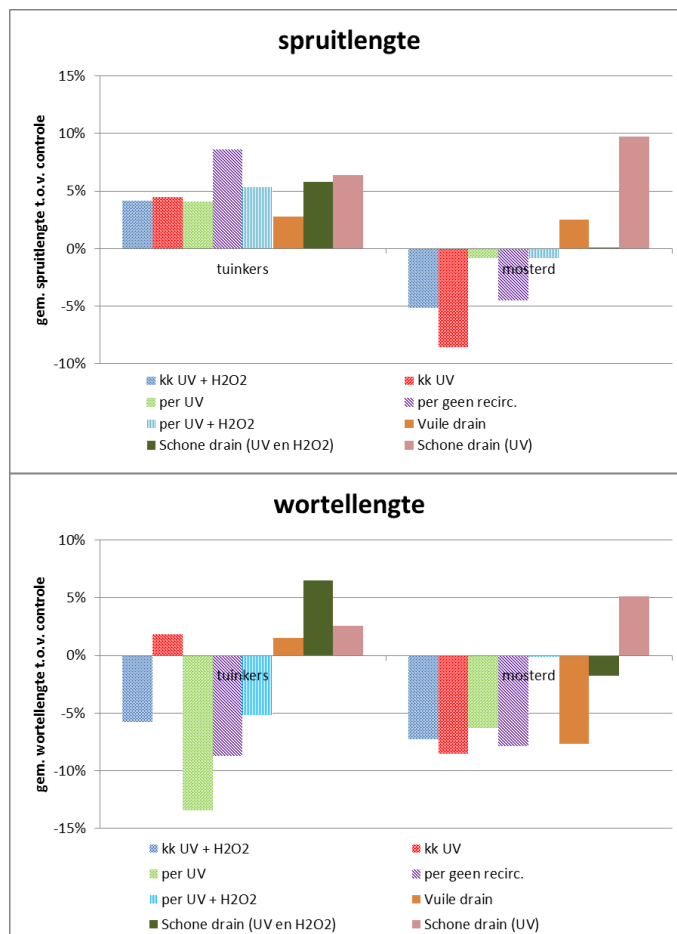
Tabel 6 – Overzicht van behandelingen in fytoxiciteitsproef eind juni 2013.

Afkorting in grafiek	Herkomst	Substraat	Behandeling
kk UV + H ₂ O ₂	Drainput bed	kleikorrel	Hergebruik drainwater na UV met H ₂ O ₂
kk UV	Drainput bed	kleikorrel	Hergebruik drainwater na UV
per UV	Drainput bed	perliet	Hergebruik drainwater na UV
per geen recirc.	Drainput bed	perliet	Geen hergebruik drainwater
per UV + H ₂ O ₂	Drainput bed	perliet	Hergebruik drainwater na UV met H ₂ O ₂
vuile drain	Voorraadsilo	gezamenlijk	Gezamenlijke drain van alle behandelingen
schone drain (UV en H ₂ O ₂)	Voorraadsilo	gezamenlijk	Drainwater na behandeling met UV met H ₂ O ₂
schone drain (UV)	Voorraadsilo	gezamenlijk	Drainwater na behandeling met UV

Tabel 7. Resultaten van de analyse ná het gelijk stellen van EC en pH van drainwater uit drainputjes van proefbedden met kleikorrels (K) en perliet (P) zonder hergebruik drainwater (con), met hergebruik drainwater na UV-ontsmetting (UV) en met hergebruik drainwater na geavanceerde oxidatie (UV+) en van drainwater uit voorraadsilo's (S) met gezamenlijk vuil drainwater (vuil), met drainwater ontsmet met UV (UV) en met drainwater behandeld met geavanceerde oxidatie (UV+) gebruikt in fytox toets juni 2013 (EC in mS/cm, hoofdelementen in mmol/l en spoorelementen in µmol/l).

	pH	EC	NH ₄ ⁺	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Si	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	H ₂ PO ₄ ⁻	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo
K UV	5.1	2.7	0.40	8.4	0.2	5.1	3.4	0.2	18.1	0.3	2.6	< 0.1	2.3	37.0	13.3	9.9	64	1.9	0.60
K UV+	5.2	2.7	0.30	8.2	0.3	5.2	3.2	0.2	18.1	0.4	2.4	< 0.1	2.3	33.3	14.0	11.0	67	1.8	0.40
P con	5.1	2.7	0.10	7.9	0.3	5.2	3.5	0.2	17.3	0.3	2.5	< 0.1	2.6	26.4	18.2	10.5	62	1.0	0.10
P UV+	5.3	2.7	<0.1	6.9	0.4	5.9	3.8	0.4	17.6	0.3	3.1	< 0.1	2.4	29.6	1.7	7.2	78	0.9	<0.1
S Vuil	5.1	2.7	0.20	7.8	0.2	5.2	3.2	0.2	17.4	0.3	2.5	< 0.1	2.3	27.8	6.3	8.4	65	1.3	0.40
S UV	4.9	2.6	0.20	7.6	0.2	5.1	3.1	0.2	17.0	0.3	2.5	< 0.1	2.2	19.7	5.4	8.0	63	1.3	0.40
S UV+	5.2	2.7	0.30	7.8	0.3	5.3	3.2	0.2	17.7	0.4	2.5	< 0.1	2.2	16.3	5.6	7.6	60	1.2	0.30

In de drainmonsters is geen betrouwbare groeiremming geconstateerd (figuur 9). De monsters gaven geen betrouwbaar verschil met de standaard verse komkommer voeding (=controle behandeling). Dit is duidelijk te zien in de resultaten van de spruitlengte voor tuinkers (figuur 9-boven). Er was slechts 2.5 mm verschil tussen de gemiddelde spruitlengte bij perliet zonder recirculatie en de vuile drain (data niet getoond). Voor de spruitlengte bij mosterd was het verschil tussen kleikorrels met UV-ontsmetting en de schone drain (na UV-ontsmetting) 10.5 mm. De verschillen tussen de wortellengtes waren ook klein (figuur 9-onder). Er was 8.7 mm verschil tussen de gemiddelde wortellengte in tuinkers van de perliet met UV behandeling en de schone drain behandeld met UV+H₂O₂. Voor mosterd was het verschil 7.7 mm. Er is wel een trend zichtbaar in de grafieken van de spruitlengte in mosterd en wortellengte van zowel tuinkers als mosterd. De monsters uit de silo's met ontsmet drainwater (=schone drain in figuur 9) laten doorgaans wat meer lengte zien dan de monsters direct uit de proefbedden of uit de vuil drainwater silo (=onbehandeld drainwater).



Figuur 9. Effect van de drainmonsters op spruitlengte (boven) en wortellengte (onder) van tuinkers (linkerdeel) en mosterd (rechterdeel van beide grafieken) ten opzichte van de standaard komkommervoeding (= controle).

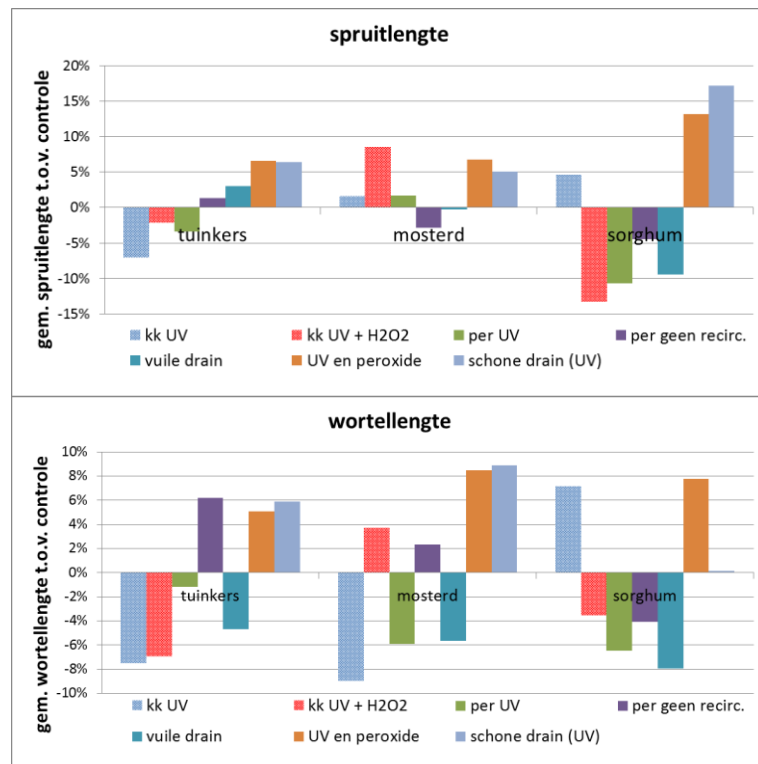
3.3.9.2 Drainwater november 2013

November 2013 (nadat er weer voldoende drain was na de koeling en blad snijden) zijn opnieuw monsters uit de drainputjes achter aan de proefbedden en uit de voorraadsilo's genomen en is met behulp van een fytotox proef (kiemtest) onderzocht of in het drainwater groeiremmende eigenschappen aanwezig waren. Er zijn 7 monsters onderzocht, 4 uit drainputjes van de proefbedden en 3 uit de voorraadsilo's voor en na ontsmetting (zie tabel 8). Van twee behandelingen was na diverse keren monsters nog steeds onvoldoende tot geen drainwater beschikbaar en die zijn niet meegenomen. De behandeling kleikorrel zonder hergebruik was in de vorige fytoxiciteitsproef ook niet beschikbaar. Bij de behandeling perliet met hergebruik drain na geavanceerde oxidatie (=UV met H_2O_2) was dit keer ook geen drainwater beschikbaar achteruit de proefbedden. Vóór de fytoxproef zijn de EC en pH van alle oplossingen gemeten, is 150 ml demi-water toegevoegd en is de EC aangepast tot 2.2 en een pH van 5.2. De monsters zijn getest en vergeleken met de controle behandeling van een standaard komkommer voeding. Naast tuinkers en mosterd is deze keer ook zaad van sorghum getest omdat sorghum een monocotyl is net als amaryllis. Tuinkers en mosterd zijn beide dicotylen.

Tabel 8 – overzicht van de behandelingen in fytoxiciteitsproef november 2013

legenda in grafiek	Herkomst	substraat	behandeling
kk UV	Drainput bed	kleikorrel	Hergebruik drainwater na UV-ontsmetting
kk UV + H_2O_2	Drainput bed	kleikorrel	Hergebruik drainwater na UV met H_2O_2
per UV	Drainput bed	perliet	Hergebruik drainwater na UV
per geen recirc.	Drainput bed	perliet	geen hergebruik drainwater
vuile drain	Voorraadsilo	gezamenlijk	verzamelbak alle vuile drain
UV +en peroxide	Voorraadsilo	gezamenlijk	Drainwater na behandeling met UV én H_2O_2
schone drain (UV)	Voorraadsilo	gezamenlijk	Drainwater na behandeling met UV

In de fytotoxtest is geen betrouwbare groeiremming geconstateerd (figuur 10). Er was voor zowel bij de spruit- als wortelgroei geen betrouwbaar verschil met de controle behandeling (verse komkommervoeding). Er was doorgaans wel wat meer groei op drainwater behandeld met UV of behandeld met geavanceerde oxidatie (= "UV en peroxide" en "schone drain (UV)" in figuur 10) dan op onbehandeld drainwater uit de proefbedden of uit de vuil water voorraadsilo. Het behandelen van drainwater met UV of met geavanceerde oxidatie lijkt dus een positief effect op de groei te geven van tuinkers, mosterd en sorghum. De geringere groei op onbehandeld drainwater kan bij deze proef (mede) het gevolg zijn van het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen (o.a. Vertimec) in de periode vóór het verzamelen van het drainwater. Bij drainwater behandeld met UV of behandeld met UV én H_2O_2 was de spruitlengte van tuinkers, mosterd en sorghum (figuur 10) groter dan bij de drain monsters uit de proef bedden en het monster uit vuile drain silo (=onbehandeld drainwater). Vooral in sorghum, een monocotyl net als amaryllis, was dit duidelijk te zien. De wortellengte was bij de monsters behandeld met UV of behandeld met UV én H_2O_2 ook groter dan bij de drainmonsters uit de proef bedden of de vuile drainwatersilo. Wat betreft wortellengte vertoonde de verzamelsilo met vuile drain het meest negatief effect. De overige behandelingen gaven wisselende resultaten.



Figuur 10. Effect van de drainwatermonsters op de spruitlengte (boven) en wortellengte (onder) van tuinkers, mosterd en sorghum ten opzichte van een standaard komkommervoeding (= controle).

Verder viel op dat in de testen met schone drain behandeld met UV en behandeld met UV én H_2O_2 (niet weergegeven) het papier 'schoon' zag, terwijl in de behandelingen met onbehandeld drainwater bruine 'vlekken' op het papier aanwezig waren (zie foto 4).

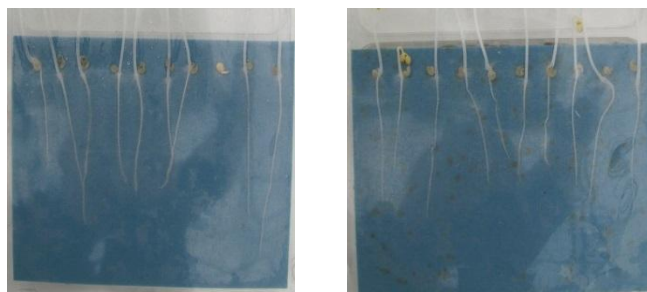








Foto 4. Gekiemde zaden op schoon drainwater behandeld met UV zonder donkere vlekken op het blauwe papier (links) en gekiemde zaden op onbehandeld drainwater met donkere vlekken op het blauwe papier (rechts).

3.3.10 Stand van het gewas

In de tweewekelijkse beoordelingen van de stand van het gewas door de telers en teeltadviseur in de BCO zijn in het eerste teeltjaar bij hergebruik van drainwater na UV-ontsmetting of na geavanceerde oxidatie geen nadelige effecten gezien op de stand van het gewas.

- Vanaf begin mei is bij de cultivar Mont Blanc wat bladverkleuring opgetreden en ontstonden rode vlekjes in het blad (tabel 9-boven). In de vakken met grote bolmaten was er minder bladverkleuring dan bij de vakken met kleine bollen op de foto's in tabel 9 en op kleikorrels leek de verkleuring minder dan op perliet. Op het oog was er bij de controlebehandeling zonder hergebruik van drainwater op perliet wat meer bladverkleuring dan bij de behandelingen met hergebruik van drainwater op perliet. Het nieuwe blad wat later uitgroeide was weer mooi groen.
- Vanaf augustus is bij de cultivar Red Lion wat witverkleuring in het blad ontstaan (tabel 9-onder). In de vakken met grote bolmaten was er minder witverkleuring dan bij de vakken met kleine bolmaten op de foto's in de tabel 9. De nieuwe bollen uit de praktijk vertoonden op het oog minder witverkleuring dan de bollen uit de vorige proef. Bij de controlebehandeling zonder recirculatie op perliet was er op het oog wat meer witverkleuring dan bij de behandelingen met hergebruik van drainwater op perliet.

Tabel 9: Stand van het gewas 2 september 2013 bij kleine bolmaat Red Lion (=bovenste rij) en Mont Blanc (=onderste rij) bij controle zonder hergebruik drainwater en met hergebruik drainwater na UV-ontsmetting of na geavanceerde oxidatie. NB: bij de grote bolmaten was er minder bladverkleuring dan bij de jonge bollen.

Controle zonder hergebruik drainwater	Hergebruik drainwater na UV-ontsmetting	Hergebruik drainwater na geavanceerd oxidatie (waterstofperoxide + UV)
Mont Blanc		
		
Red Lion		
		

3.3.11 Bladwaarnemingen bij bladsnijden

Bij het blad snijden van de grote bolmaten op 9 oktober was het totaal vers- en drooggewicht aan blad per bol bij de behandelingen met hergebruik van drainwater groter dan bij de controlebehandeling zonder hergebruik van drainwater (tabel 10). Bij het aantal bladeren per bol was er geen betrouwbaar verschil, maar daar was ook een trend naar iets meer blad bij de behandelingen met hergebruik van drainwater. Bij het percentage droge stof was er geen betrouwbaar verschil en was er een trend van een wat hoger percentage droge stof bij de controlebehandeling zonder hergebruik van drainwater. Mogelijk was dit een gevolg van de wat grotere bladschade bij de controlebehandeling (zie 3.5) of wellicht was het blad bij de controlebehandeling al wat meer aan het afsterven. Tussen het hergebruik na UV-ontsmetting en het hergebruik na geavanceerde oxidatie zijn geen betrouwbare verschillen geconstateerd.

Tabel 10: Aantal bladeren, vers- en drooggewicht blad per bol en percentage droge stof met en zonder hergebruik drainwater gemeten bij het bladsnijden van de grote bollen.

Behandeling	Aantal bladeren	Versgewicht blad (gram)	Drooggewicht blad (gram)	% droge stof
Controle zonder hergebruik drainwater	5.6 a	143 a	11 a	7.9 a
Hergebruik drainwater na UV-ontsmetting	7.3 a	285 b	20 b	7.2 a
Hergebruik drainwater na geavanceerde oxidatie (=waterstofperoxide én UV-ontsmetting).	7.2 a	274 b	20 b	7.4 a

* Bij verschillende letters in één kolom is er een betrouwbaar verschil tussen de behandelingen. Bij gelijke letters is er geen betrouwbaar verschil.

Er zijn geen betrouwbare verschillen aangetoond tussen kleikorrels en perliet (tabel 11). Er was wel een lichte tendens naar wat meer aantal bladeren en iets meer vers- en drooggewicht blad op kleikorrels. Bij de cultivar Red Lion was het aantal bladeren en het vers- en drooggewicht van het blad groter dan bij Mont Blanc (tabel 12).

Tabel 11: Aantal bladeren, vers- en drooggewicht blad per bol en percentage droge stof van bollen geteeld op kleikorrels en perliet gemeten bij het bladsnijden van de grote bollen.

Behandeling	Aantal bladeren	Versgewicht blad (g)	Drooggewicht blad (g)	% droge stof
Kleikorrels	7.4 a	292 a	20.8 a	7.3 a
Perliet	6.7 a	237 a	17.1 a	7.4 a

* Bij gelijke letters in één kolom is er geen betrouwbaar verschil tussen de twee substraten.

Tabel 12: Aantal bladeren, vers- en drooggewicht blad per bol en percentage droge stof van de cultivars Mont Blanc en Red Lion gemeten bij het bladsnijden van de grote bollen.

Behandeling	Aantal bladeren	Versgewicht blad (g)	Drooggewicht blad (g)	% droge stof
Mont Blanc	6.0 a	178 a	13.4 a	7.6 a
Red Lion	8.0 b	351 b	24.6 b	7.1 a

* Bij verschillende letters in één kolom is er een betrouwbaar verschil tussen de twee cultivars. Bij gelijke letters is er geen betrouwbaar verschil.

3.3.12 Gewasanalyses na bladsnijden

Na het bladsnijden zijn monsters van het gewas genomen om deze te analyseren op de voedingselementen. De monsters zijn eerst gedroogd en de elementen zijn uitgedrukt in mmol of μmol per kg droge stof (tabel 13). Het Na-gehalte is niet altijd hoog in de recirculatiebehandelingen, alleen bij Red Lion op perliet met hergebruik drainwater na UV-ontsmetting is het Na-gehalte opvallend hoger dan bij de andere behandelingen. De laagste Mg-gehalten komen voor bij hergebruik drainwater na ontsmetting met UV en eenmaal in combinatie met H_2O_2 .

Het blad met het laagste N-gehalte is de controlebehandeling bij Red Lion op perliet. De daaropvolgende lage N-gehalten werden gevonden in de behandelingen met hergebruik drainwater behandeld UV en H_2O_2 . Het P-gehalte is in vergelijking met de referentiewaarde (90 mmol/kg ds) in alle behandelingen hoog. Lage Mn-gehalten komen in de ontsmette behandelingen voor, maar ook in de controle op perliet (Red Lion). De Zn-gehalten zijn in alle behandelingen laag. Theoretisch doen zich gebreken voor bij gehalten onder de 0.40 mmol/kg ds. Het Cu-gehalte is eveneens in alle behandelingen laag. Onder de 60 $\mu\text{mol/kg}$ ds zouden gebreksverschijnselen op kunnen treden. Naar aanleiding van de resultaten van deze gewasanalyses is de hoeveelheid sporenelementen in de gift verhoogd.

Tabel 13. Resultaten van gewasanalyses van de bladeren bij het bladsnijden na de koeling (oktober 2013) van de cultivars Mont Blanc en Red Lion geteeld op kleikorrels en perliet zonder hergebruik van drainwater (controle), met hergebruik van drainwater na UV-ontsmetting (UV) en met hergebruik van drainwater na geavanceerde oxidatie (UV+H₂O₂).

Cultivar+behandeling	ds	K	Na	Ca	Mg	Ntot	Ptot	Fe	Mn	Zn	B	Mo	Cu
	%	mmol/kg ds										µmol/kg ds	
Mont Blanc													
kleikorrel controle	7.7	1398	< 10	256	102	1706	196	1.5	1.2	0.23	3.7	13.4	55.0
kleikorrel UV	7.8	1241	< 10	218	84	1686	165	1.6	0.93	0.27	3.4	10.3	41.5
kleikorrel UV+ H ₂ O ₂	7.3	1397	< 10	213	106	1589	175	1.2	0.72	0.21	3.8	16.2	44.8
perliet UV	7.4	1463	< 10	275	84	1608	211	1.5	1.4	0.34	5.0	< 10	44.1
perliet UV+ H ₂ O ₂	8.0	1609	< 10	282	80	1928	209	1.4	1.1	0.25	4.9	11.0	41.4
Red Lion													
kleikorrel UV	6.8	1217	14.4	264	174	1704	181	1.0	0.41	0.21	3.5	17.4	37.0
kleikorrel UV+ H ₂ O ₂	7.1	1014	14.7	239	159	1553	160	0.9	0.28	0.19	3.9	32.4	30.1
perliet controle	8.0	1118	16.1	246	156	1444	270	1.1	0.29	0.18	4.5	< 10	30.4
perliet UV	6.7	1209	26.8	219	105	1603	159	0.8	0.42	0.20	4.0	12.7	34.3
perliet UV+ H ₂ O ₂	7.1	1100	16.4	265	145	1513	230	0.9	0.38	0.18	4.2	< 10	28.0

3.3.13 Uitval na bladsnijden

Na het bladsnijden bleken sommige bollen los te staan. Deze bollen bleken rotte plekken in de bolbodem te hebben. Twee weken na het bladsnijden zijn alle los staande bollen verwijderd, ingeboet en geteld. Er was geen betrouwbaar verschil in uitval tussen de behandelingen met en zonder hergebruik van drainwater (tabel 14). Er was wel sprake van een interactie tussen substraat en cultivar. De uitval was met name bij Red Lion op kleikorrels (tabel 15). Bij Mont Blanc op kleikorrels was er weinig uitval en op perliet was er bij beide cultivars geen uitval. Er was een duidelijke invloed van de bolmaat van het plantmateriaal. De uitval was het grootst in de kleinste bolmaat Red Lion en in mindere mate bij de middelmaat Red Lion uit de vorige proef en middelmaat bijgekochte Red Lion uit de praktijk (tabel 16).

Tabel 14: Percentage uitval na het bladsnijden met en zonder hergebruik drainwater (gemiddeld van de cultivars Red Lion en Mont Blanc op kleikorrels en perliet).

Behandeling	% uitval
Controle zonder hergebruik drainwater	0.4 a*
Hergebruik drainwater na UV-ontsmetting	0.5 a
Hergebruik drainwater na geavanceerde oxidatie (=waterstofperoxide én UV-ontsmetting).	0.6 a

* Gelijke letters in dezelfde kolom betekent dat er geen betrouwbaar verschil is tussen de behandelingen.

Tabel 15: Percentage uitval na het bladsnijden bij de cultivar Red Lion en Mont Blanc geteeld op kleikorrels en perliet.

	Mont Blanc	Red Lion
Kleikorrels	0.2 a*	1.9 b
Perliet	0.0 a	0.0 a

* Bij verschillende letters in één kolom is er een betrouwbaar verschil tussen de twee substraten. Bij gelijke letters in één kolom is er geen betrouwbaar verschil tussen de twee substraten.

Tabel 16: Percentage uitval na het bladsnijden per herkomst en bolmaat van de bollen.

Herkomst	bolmaat	Red Lion	Mont Blanc
Vorige proef	groot	2	1
	middel	11	1
	klein	31	1
Praktijk	middel	9	
Praktijk	groot	1	

3.3.14 Productie

Hergebruik van drainwater zoals toegepast in deze proef vanaf mei 2013 had geen nadelige effecten op de productie van het eerste teeltjaar. Er was geen verschil in productie tussen de behandelingen met hergebruik van drainwater en de controle behandeling zonder hergebruik van drainwater (tabel 17) onafhankelijk van het teeltsubstraat en de cultivar. Er was namelijk geen betrouwbare interactie tussen de recirculatiebehandelingen, het substraat en de cultivar aanwezig. De productiegegevens van alle behandelingscombinaties afzonderlijk staan in bijlage III.

Er was wel een betrouwbare interactie aanwezig tussen cultivar en substraat. Bij de cultivar Red Lion was de productie op perliet wat hoger dan op kleikorrels (tabel 18). Bij de cultivar Mont Blanc was er geen verschil tussen de twee substraten. Mogelijk dat de lagere productie Bij Red Lion op kleikorrels mede het gevolg was van de uitval en inboeten (gem. 1%) na het blad snijden (zie 3.3.13).

Tabel 17: Productie en kwaliteit van de oogst van het 1^e teeltjaar met en zonder hergebruik drainwater.

Behandeling	Aantal stelen per m ²	Totaal geoogst gewicht (kg/m ²)	Gemiddeld steelgewicht (gram)
Controle zonder hergebruik drainwater	50.6 a *	11.2 a	221 a
Hergebruik drainwater na UV-ontsmetting	50.1 a	11.0 a	219 a
Hergebruik drainwater na geavanceerde oxidatie (=waterstofperoxide én UV-ontsmetting).	50.5 a	11.1 a	219 a

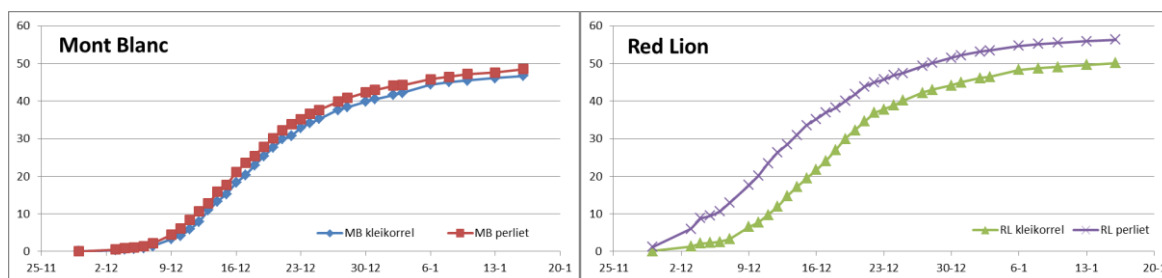
* Gelijke letters in dezelfde kolom betekent dat er geen betrouwbaar verschil is tussen de behandelingen.

Tabel 18: Productie en kwaliteit van de oogst van het 1^e teeltjaar van de cultivars Mont Blanc en Red Lion geteeld op kleikorrels en perliet.

	Aantal stelen per m ²		Totaal geoogst gewicht (kg/m ²)		Gemiddeld steelgewicht (gram)	
	Mont Blanc	Red Lion	Mont Blanc	Red Lion	Mont Blanc	Red Lion
Kleikorrels	46.7 a *	50.1 a	11.6 a	9.8 a	248 a	197 a
Perliet	48.3 a	56.4 b	12.0 a	10.8 b	248 a	191 a

* Bij verschillende letters in één kolom is er een betrouwbaar verschil tussen de twee substraten. Bij gelijke letters in één kolom is er geen betrouwbaar verschil tussen de twee substraten.

Op perliet begonnen de bloemenstelen iets vroeger te strekken dan op kleikorrels. Dit is mogelijk (mede) het gevolg van de gemiddeld hogere bodemtemperatuur op kleikorrels (23.0°C) t.o.v. perliet (22.4°C) van 8-3 t/m 1-8-2013 (zie figuur 3 in 3.2.1). In eerder onderzoek is namelijk geconstateerd dat bij een bodemtemperatuur van 24°C de bloemstelen wat later begonnen te strekken dan bij een bodemtemperatuur van 22°C (Kromwijk et al, 2013). Om de strekking op kleikorrels te versnellen is de bodemtemperatuur van 19-11-2013 t/m 23-12-13 bij de kleikorrels ca. 0,5°C hoger ingesteld dan in perliet (zie realisatie in figuur 3). Uiteindelijk liep de oogst van Red Lion op perliet een aantal dagen voor op de oogst op kleikorrels (figuur 11 -rechts). Bij Mont Blanc was er geen verschil in oogsttijdstip tussen de twee substraten (figuur 11-links).



Figuur 11: Cumulatieve productie (aantal stelen per m²) in de tijd van Mont Blanc en Red Lion geteeld op kleikorrels en perliet.



Foto 5: Proef met hergebruik van drainwater bij de start van de oogst van het 1^e teeltjaar, 4 december 2013.

3.3.15 Verbruik waterstofperoxide

De waterstofperoxide is met een pulspompje toegediend op het moment dat het vuile water naar de UV-ontsmetter ging. De proef is gestart met de toediening van 15 ppm waterstofperoxide vóór de UV-ontsmetter. Met peroxide testkaartjes is handmatig het behandelde water gecontroleerd of de peroxide voldoende meegegeven werd en ook of er niet teveel waterstofperoxide overbleef in de oplossing op het moment dat deze in de dagvoorraadsilo kwam na ontsmetting. Naarmate de kleur van het testkaartje teveel afweek is de dosering van het pulspompje aangepast. Dit is meerdere keren gebeurd tijdens de proef. Van half juli 2013 t/m half januari 2014 is in totaal 19 liter waterstofperoxide verbruikt.

3.4 Analyses spoelwater na stomen in praktijk

Op een drietal praktijkbedrijven is spoelwater na het stomen onderzocht op meststoffen, lycorine en gewasbeschermingsmiddelen. Op één van de drie bedrijven is lycorine gemeten. Het spoelwater bevatte daar 0,03 mg/l lycorine. Op de andere twee bedrijven was het lycorinegehalte onder de detectiegrens (0,01 mg/l).

De analyse op meststoffen (tabel 19) laat zien dat de EC hoog is in vergelijking met de EC die gebruikelijk is in de teelt. Vooral K komt veel voor in dit spoelwater. Ten opzichte van drainwater zit er veel ammonium in het spoelwater. Daarnaast bevat het spoelwater veel bicarbonaat, Mn en B.

De concentraties van residuen van gewasbeschermingsmiddelen die gevonden zijn waren op een na allemaal lager dan 1 µg/l. Alleen thiametoxam (bijv. Actara) kwam in een hogere concentratie voor van 2,3 µg/l.

Tabel 19. Gemeten EC, pH en gehalte aan voedingselementen van spoelwater na het stomen van 3 praktijkbedrijven, januari 2014 (EC in mS/cm, hoofdelementen in mmol/l en spoorelementen in µmol/l).

	pH	EC	NH ₄ ⁺	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Si	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	H ₂ PO ₄ ⁻	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo
1	6.1	2.4	0.10	7.8	0.8	3.2	3.6	0.5	12.2	1.5	2.9	0.1	0.80	6.8	12.4	10.3	145	3.4	3.2
2	7.1	4.0	0.50	10.6	5.1	4.7	7.4	1.2	14.1	1.8	7.9	5.3	0.45	16.5	23.6	3.5	169	2.1	6.5
3	6.2	7.3	1.5	21.0	9.3	12.5	10.1	2.0	58.2	1.6	7.9	0.4	1.4	12.2	47.2	9.3	112	2.5	4.4

3.5 Berekening emissie

Het drainwater is bijgemengd met een bijmengregeling en overtollig drainwater is geloosd. De hoeveelheid hergebruikt en geloosd drainwater is niet geregistreerd en daardoor kon de emissie niet worden vastgesteld. M.b.v. gegevens die wel beschikbaar waren en instelling van de bijmengregeling is de emissie op jaarbasis berekend. De emissie is berekend voor drie scenario's:

1. Geen hergebruik van drainwater
2. Situatie in proef bij het GreenQ IC:
 - drain opvang van 600 m² (=400 m² met hergebruik van drainwater + 200 m² zonder hergebruik) en hergebruik op 400 m² (=twee behandelingen met hergebruik van drainwater).
3. Gelijke oppervlakte van opvang en hergebruik drainwater

Uitgangspunten voor de berekening:

- Van 10-7-2013 t/m 8-6-2014 is 855 liter watergift en 345 liter drain geregistreerd per m² (figuur 12). Op jaarbasis zou dat een gift van 937 liter/m² en drain van 378 liter/m² zijn.
- Bij een ingestelde bijmengregeling van 0,8 EC uit de drain op een gemiddelde EC in de gift geschat op 2.1 bestond gemiddeld 38% van de gift uit drain en is de rest van het drainwater geloosd.
- In het geloosde drainwater was gemiddeld 14 mmol/l N aanwezig (=gemiddelde N-gehalte in analyses van drainwater in bijlage V).

Met deze uitgangspunten komt de emissie in het scenario zonder hergebruik van drainwater waarbij alle drain tijdens de teelt wordt geloosd op 741 kg N/ha/jaar (tabel 20). In de proefsituatie met drainwater opvang van 600 m² en hergebruik drainwater op 400 m² komt de emissie op 275 kg N/ha/jaar. Dit is flink lager dan de situatie zonder hergebruik. In het derde scenario bij een gelijke oppervlakte van opvang en hergebruik van drainwater komt de emissie op 42 kg N/ha/jaar.

NB: Doordat in de proef gemiddeld 37% van het drainwater is geloosd (zie scenario 2 in tabel 20), is in de proef minder ophoping van groeiremmende stoffen (als deze niet worden afgebroken door de UV-behandeling of geavanceerde oxidatie), minder ophoping van Natrium en mogelijk minder ophoping of uitputting van voedingselementen opgetreden dan in een situatie bij opvang en hergebruik van hetzelfde teeltoppervlak en lozing van slechts 6% drainwater (scenario 3 in tabel 20).

Op praktijkbedrijven worden teeltvakken om de drie jaar gerooid, gestoomd en het substraat gespoeld. Vanwege hoge EC (zie 3.4) en sterke vermoedens van aanwezigheid van groeiremmende stoffen in het spoelwater wordt dit spoelwater geloosd. Om een representatief beeld van de totale emissie in de praktijk te geven, is een berekening gemaakt van de emissie van het spoelwater en dit is bij de berekende emissie tijdens de teelt opgeteld.

Uitgangspunten voor berekening van emissie van het spoelwater:

- De hoeveelheid spoelwater is geschat op 100 l/m²
- Elk jaar wordt 1/3 deel van het teeltoppervlak gespoeld (teeltvakken worden om de drie jaar gerooid, gestoomd en gespoeld)
- In het te lozen spoelwater is gemiddeld 29 mmol/l N aanwezig (=gemiddelde N-gehalte in analyses van spoelwater in tabel 18).

Met deze uitgangspunten komt de emissie door het te lozen spoelwater op 135 kg N/ha/jaar (tabel 20). De totale emissie in het scenario zonder hergebruik van drainwater waarbij alle drain wordt geloosd komt dan op 876 kg N/ha/jaar. Dit is ver boven de emissienorm van 150 kg N/ha/jaar voor 2014 (zie overzicht emissienormen in hoofdstuk 1). In de proefsituatie met drainwater opvang van 600 m² en hergebruik drainwater op 400 m² komt de totale emissie dan op 410 kg N/ha/jaar. Dit is flink lager dan de situatie zonder hergebruik, maar nog altijd ruim boven de emissienorm van 2014. In het derde scenario bij een gelijke oppervlakte van opvang en hergebruik van drainwater komt de totale emissie inclusief spoelwater op 177 kg N/ha/jaar. De emissie ligt dan nog steeds boven de norm van 2013/2014 van 150 kg N/ha/jaar.

Tabel 20: Berekening emissie snij-amaryllis op jaarbasis in drie scenario's.

	1. zonder hergebruik drainwater	2. opvang 600 m ² en hergebruik op 400 m ²	3. Gelijk oppervlak opvang en hergebruik	
totale gift op jaarbasis:	937	937	937	l/m ²
totale opgevangen drain op jaarbasis:	378	378	378	l/m ²
% hergebruik drainwater in gift:	38	38	38	%
aantal liters drain hergebruik in gift:	0	238	357	l/m ²
drainlozing op jaarbasis:	3782	1403	214	m ³ /ha
Gem. totaal N-gehalte in geloosde drain:	14	14	14	Mmol N/l
atoomgewicht N	14	14	14	gram per mol
emissie (=N-gehalte in mmol/l * m ³ spui * atoomgewicht N/1000)	741	275	42	kg N/ha/jaar
% drainwater hergebruik t.o.v. totale opgevangen drain:	0	63	94	%
lozing spoelwater per jaar:	333	333	333	m ³ /ha/jaar
gemiddeld N-gehalte in geloosd spoelwater:	29	29	29	mmol N/l
emissie (=N-gehalte in mmol/l * m ³ spui * atoomgewicht N/1000)	135	135	135	kg N/ha/jaar
totale emissie inclusief spoelwater na het stomen:	876	410	177	kg N/ha/jaar

4 Conclusies en discussie

4.1 Conclusies

- Waterstofperoxide breekt lycorine af.
- Toediening van waterstofperoxide aan wortels van amaryllisbollen gaf tot een week na toediening geen zichtbare schade aan de wortels.
- Hergebruik van drainwater van amaryllis na UV-ontsmetting of na geavanceerde oxidatie zoals toegepast in dit onderzoek gaf geen nadelige effecten op de gewasgroei en productie in het 1^e teeltjaar:
 - Op het oog zijn geen negatieve effecten op de gewasgroei gezien.
 - Er was geen verschil in productie tussen de behandelingen met en zonder hergebruik van drainwater.
 - NB: In het 1^e teeltjaar is niet al het drainwater hergebruikt. Er is maximaal 0,8 EC uit drainwater meegedoseerd. Het overige drainwater is geloosd.
 - Omdat in de proef van alle behandelingen (=600 m²) drainwater werd opgevangen en maar bij twee behandelingen (= 400 m²) drainwater werd hergebruikt is naar schatting 63% van het drainwater hergebruikt en 37% geloosd.
 - Hierdoor is in de proef minder ophoping van groeiremmende stoffen (indien er groeiremmende stoffen vrij gekomen zijn en nietvolledig zouden worden afgebroken door de UV-behandeling of geavanceerde oxidatie), minder ophoping van Natrium en minder ophoping of uitputting van voedingselementen opgetreden dan in een situatie bij een gelijk teeltoppervlak van opvang en hergebruik van drainwater waarbij (nagenoeg) al het drainwater zou zijn hergebruikt.
- Hergebruik van drainwater in de teelt van snij-amaryllis op substraat geeft een sterke verlaging van de emissie van stikstof.
 - In de berekening voor een situatie zonder hergebruik van drainwater inclusief emissie van spoelwater na het stomen (=135 kg N/ha/jaar) komt de totale emissie op 876 kg N/ha/jaar. Dit is ver boven de emissienorm van 150 kg N/ha/jaar voor 2014.
 - In de berekening voor de uitgevoerde proef bij het IC met drainwater opvang van 600 m² en hergebruik drainwater op 400 m² komt de emissie (inclusief lozing spoelwater) op 410 kg N/ha/jaar. Dit is flink lager dan de situatie zonder hergebruik, maar nog altijd ruim boven de emissienorm van 2014.
 - Uitgaande van een gelijke oppervlakte van opvang en hergebruik van drainwater (94% van het drainwater hergebruikt en 6% geloosd) komt de totale emissie op 177 kg N/ha/jaar. Dit is inclusief 135 kg N/ha/jaar emissie van het spoelwater. De totale emissie ligt dan nog steeds boven de huidige norm van 150 kg N/ha/jaar.
- In het drainwater van amaryllis uit de kasproef is geen betrouwbare groeiremming vast gesteld.
 - In de fytotox proeven (kiemtesten) met kieming van tuinkers, mosterd en sorghum op drainwater is geen betrouwbare groeiremming vast gesteld.
 - Er was wel een trend dat op drainwater behandeld met UV of drainwater behandeld met geavanceerde oxidatie de spruit- en wortellengte doorgaans wat groter was dan op onbehandeld (vuil) drainwater.
 - In het drainwater is geen lycorine aangetoond boven de detectiegrens van 0,01 mg/l
- In een fytotox proef (kiemtest) vertoonde het substraat na het stomen gemiddeld minder groeiremming dan vóór het stomen.

- In monsters van 3 praktijkbedrijven van spoelwater na het stomen:
 - is op één bedrijf lycorine gevonden (0,03 mg/l). Op de andere twee bemonsterde bedrijven was geen lycorine meetbaar.
 - was de EC hoog. Vooral K was hoog en er zat ook veel ammonium, bicarbonaat, Mn en B in.

4.2 Discussie

- De huidige periode van recirculeren is voor een amaryllisgewas dat 3 à 4 jaar vast staat relatief kort geweest. Het is namelijk denkbaar dat groeiremmende stoffen pas tijdens of na de oogst vrijkomen als de bollen leeg getrokken worden/zijn door de bloemstelen en daardoor ook pas in een 2^e of 3^e teeltjaar gaan ophopen en groeiremming gaan geven. Daarnaast worden bij amaryllis negatieve effecten op de bloemknopaanleg pas 10 tot 22 maanden later zichtbaar in de oogst door de lange tijdsperiode tussen knopaanleg en oogst.
- Ander knelpunt wat in de besprekingen met telers naar voren is gekomen, is het spoelen van het substraat na het stomen, dat elke drie à vier jaar, vóór het planten van een volgende teelt, plaats vindt. Dit water heeft vaak een heel hoge EC en er zijn sterke vermoedens dat dit water groei remmende eigenschappen heeft. Dit spoelwater wordt daarom niet hergebruikt. De emissie van het te lozen spoelwater is berekend op 135 kg N/ha/jaar.
- In eerder onderzoek (Woets et al, 2012) bleek dat meer lycorine vrijkomt als amaryllisbollen gekookt worden. Dit zou kunnen verklaren waarom in drainwater van de kasproef tot dusver geen lycorine gemeten is en in één van de drie monsters van spoelwater na het stomen uit de praktijk wel lycorine gevonden is.
- In deze proef is nog niet al het drainwater hergebruikt. In het 1^e teeltjaar is maximaal 0,8 EC aan drainwater bijgemengd en het overtollige drainwater is geloosd. Omdat in de proef van alle behandelingen (=600 m²) drainwater werd opgevangen en maar bij twee behandelingen (= 400 m²) drainwater werd hergebruikt is daardoor naar schatting 63% van het drainwater hergebruikt en 37% geloosd. Hierdoor is in de proef minder ophoping van groeiremmende stoffen (indiend deze vrij komen en niet zouden worden afgebroken door de UV-behandeling of geavanceerde oxidatie), minder ophoping van Natrium en mogelijk minder ophoping of uitputting van voedingselementen opgetreden dan in een situatie bij een gelijk teeltoppervlak van opvang en hergebruik van drainwater (dan zou gemiddeld 94% van het drainwater zijn hergebruikt en 6% zijn geloosd). Het is dus nog niet bekend wat de resultaten zijn als (nagenoeg) al het drainwater hergebruikt wordt. Als al het drainwater wordt hergebruikt zullen mogelijk meer afwijkingen in de samenstelling van de drain op gaan treden en zal het mogelijk nodig zijn om de samenstelling van het verse aandeel in de gift meer bij te sturen om de gewenste concentraties van de voedingselementen te kunnen blijven geven. Daarom wordt geadviseerd het percentage hergebruik in de proef zodanig te verhogen dat al het beschikbare drainwater wordt hergebruikt.

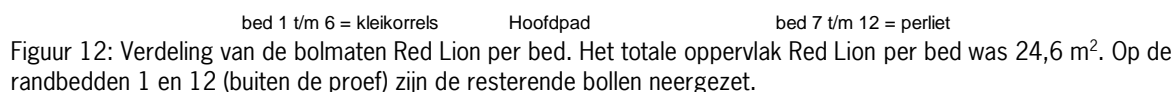
Literatuur

Blok, C., IJdo, M., Maas, B. van der, Marrewijk, I., 2012. Goed Gietwater. Werkpakket 2: Kwaliteit gietwater en groeiprestaties. Rapport GTB-1215 Wageningen UR Glastuinbouw.

Kromwijk, A., Gelder, A. de, Driever, S., Overkleeft, J., Grootcholten, M., Baar, P.H. van, 2013. Opbrengstverhoging snij-amaryllis (*Hippeastrum*). Teelt voor kerstbloei in 3-jarig gewas van 2010 t/m 2012.

Maas, B. van der, Blok, C., Beerling, E., 2012. Goed Gietwater. Werkpakket 1: Analyse bestaande eisen en kentallen. Rapport GTB-1214 Wageningen UR Glastuinbouw.

Woets, F. en van Marrewijk I., 2012. Amaryllis, gaat recirculatie samen met een gezond gewas? Rapport PT Project 14660 Groen Agro Control.



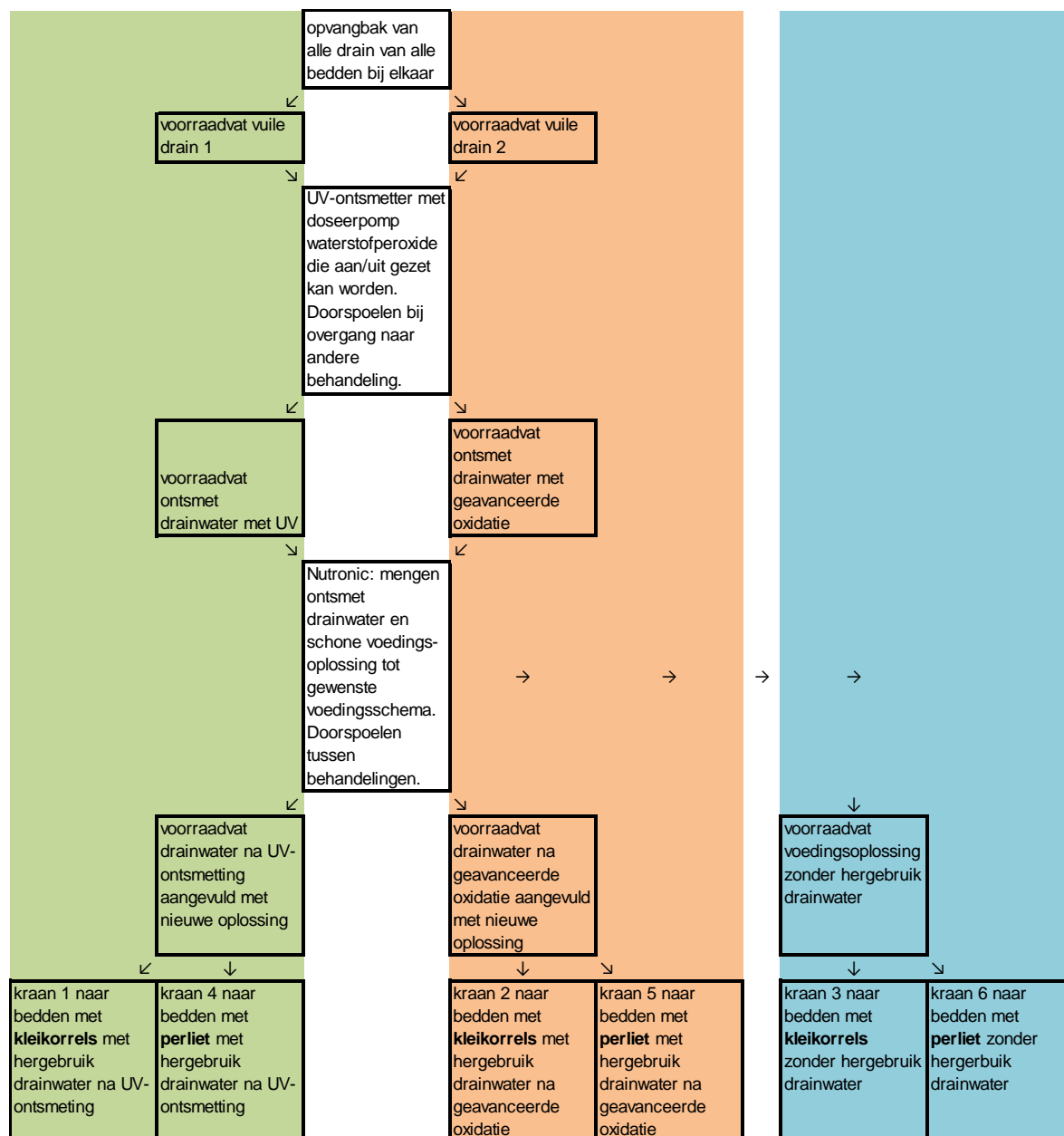
Plantschema Mont Blanc

buitengevel zuid											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
randbed	Mont Blanc	Red Lion	Mont Blanc	Red Lion	Mont Blanc	Red Lion	Mont Blanc	Red Lion	Mont Blanc	Red Lion	
	MB 24 groot 9 rijen		MB 24 groot 9 rijen		MB 24 groot 9 rijen		MB 24 groot 9 rijen		MB 24 groot 9 rijen		restant MB 24 groot
	MB 22 groot 9 rijen		MB 22 groot 9 rijen		MB 22 groot 9 rijen		MB 22 groot 9 rijen		MB 22 groot 9 rijen		restant MB 22 groot
	MB 24 middel 16 rijen		MB 24 middel 16 rijen		MB 24 middel 16 rijen		MB 24 middel 16 rijen		MB 24 middel 16 rijen		restant MB 24 middel
	MB 22 middel 22 rijen		MB 22 middel 22 rijen		MB 22 middel 22 rijen		MB 22 middel 22 rijen		MB 22 middel 22 rijen		restant MB 22 middel
	MB 22 klein 19 rijen		MB 22 klein 19 rijen		MB 22 klein 19 rijen		MB 22 klein 19 rijen		MB 22 klein 19 rijen		MB 22 klein 19 rijen
	MB 24 klein 9 rijen		MB 24 klein 9 rijen		MB 24 klein 9 rijen		MB 24 klein 9 rijen		MB 24 klein 9 rijen		MB 24 klein 9 rijen
MB 24 klein 9 rijen		MB 24 klein 9 rijen		MB 24 klein 9 rijen		MB 24 klein 9 rijen		MB 24 klein 9 rijen		MB 24 klein 9 rijen	totaal: 84 rijen
MB 22 klein 19 rijen		MB 22 klein 19 rijen		MB 22 klein 19 rijen		MB 22 klein 19 rijen		MB 22 klein 19 rijen		MB 22 klein 19 rijen	
restant MB 22 middel		MB 22 middel 22 rijen		MB 22 middel 22 rijen		MB 22 middel 22 rijen		MB 22 middel 22 rijen		MB 22 middel 22 rijen	
restant MB 24 middel		MB 24 middel 16 rijen		MB 24 middel 16 rijen		MB 24 middel 16 rijen		MB 24 middel 16 rijen		MB 24 middel 16 rijen	
restant MB 22 groot		MB 22 groot 9 rijen		MB 22 groot 9 rijen		MB 22 groot 9 rijen		MB 22 groot 9 rijen		MB 22 groot 9 rijen	
restant MB 24 groot		MB 24 groot 9 rijen		MB 24 groot 9 rijen		MB 24 groot 9 rijen		MB 24 groot 9 rijen		MB 24 groot 9 rijen	
Red Lion	Mont Blanc	Red Lion	Mont Blanc	Red Lion	Mont Blanc	Red Lion	Mont Blanc	Red Lion	Mont Blanc	Red Lion	Mont Blanc
bed 1 t/m 6 = kleikorrels Hoofdpad bed 7 t/m 12 = perliet											

Figuur 13: Verdeling van de verschillende bolmaten Mont Blanc per bed. Het totale oppervlak Mont Blanc per bed was 25,2 m². Op de randbedden 1 en 12 (buiten de proef) zijn de resterende bollen neergezet.

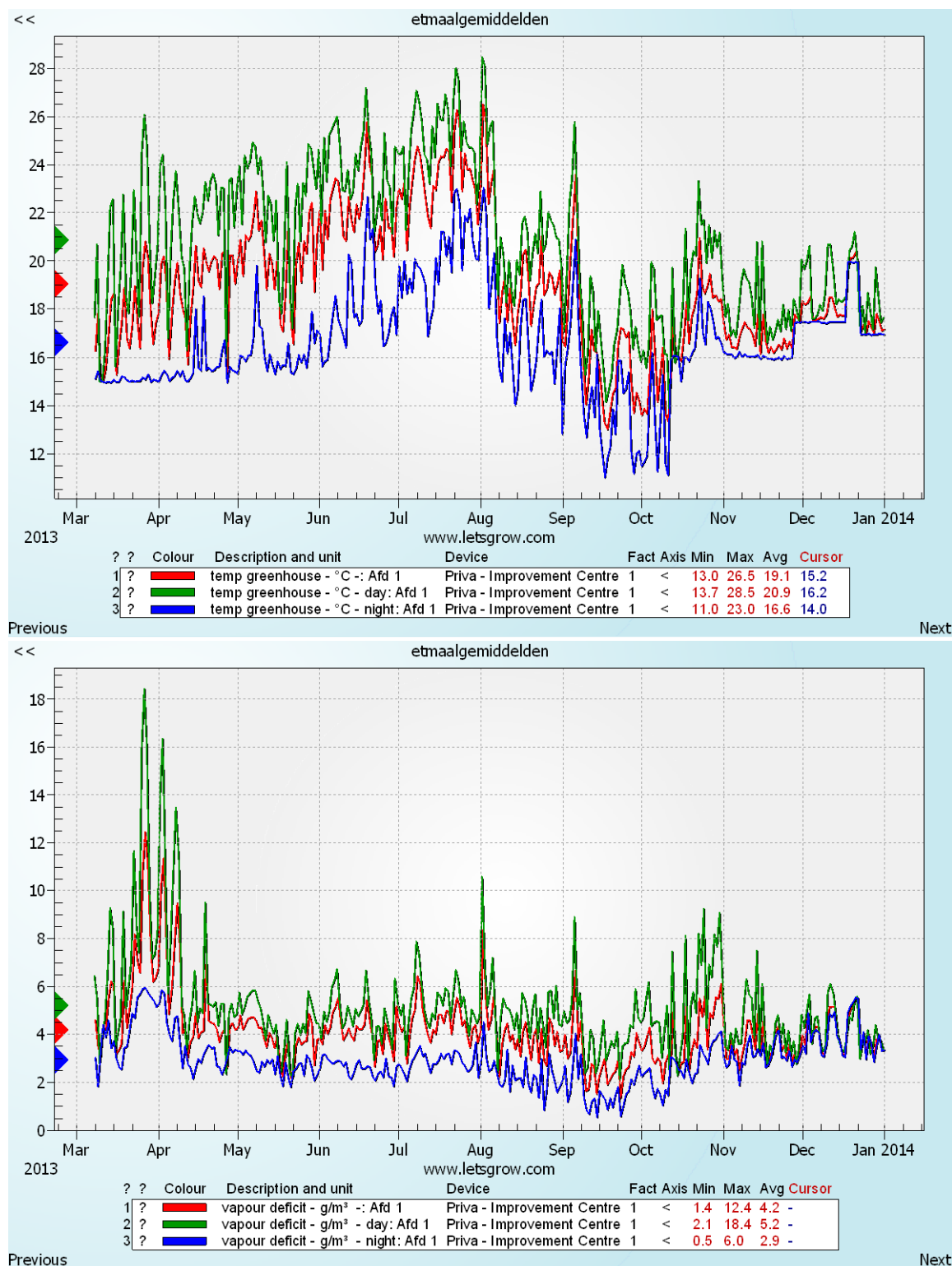
Bijlage II.

Technisch schema waterstromen

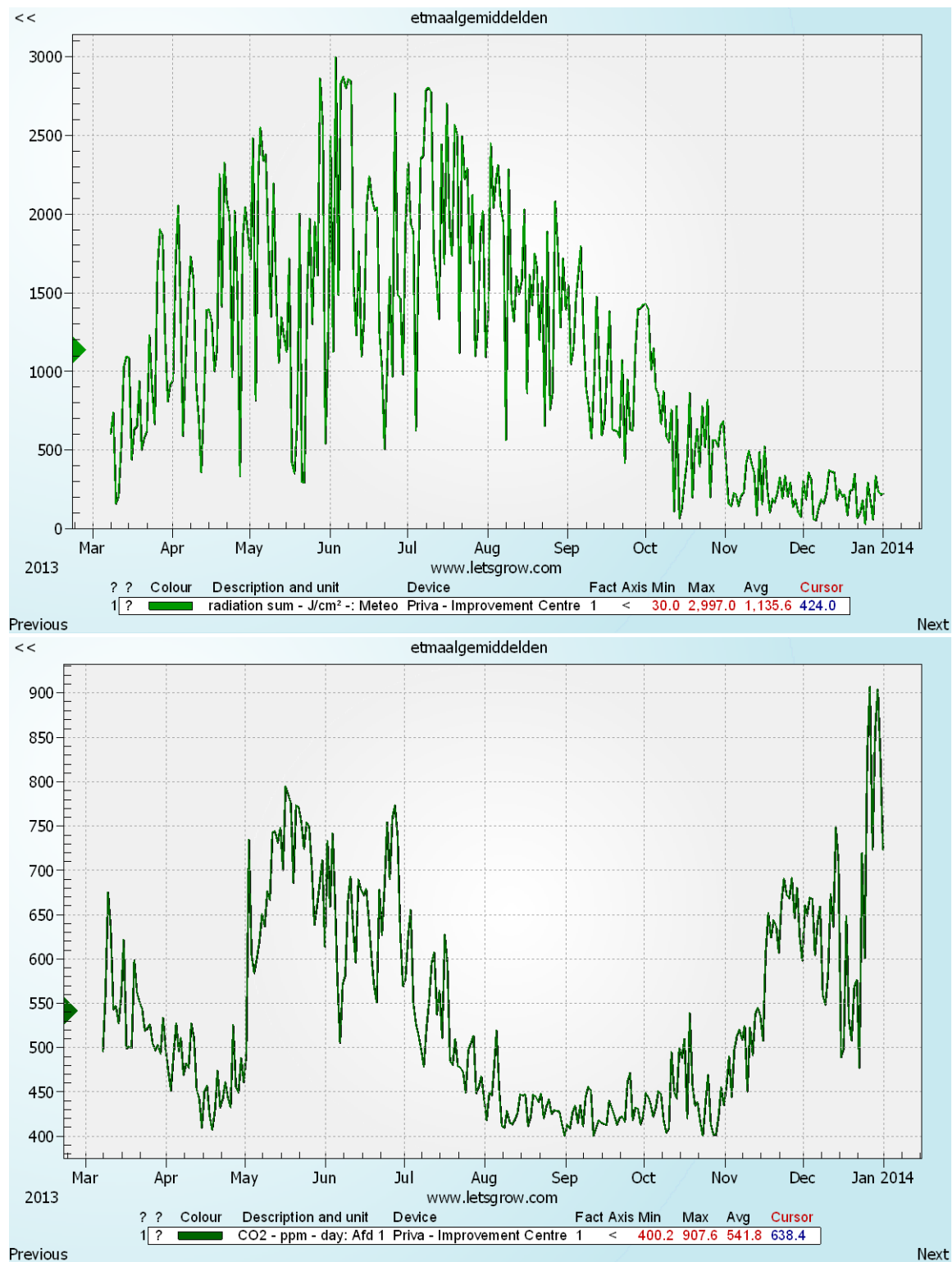


Bijlage III.

Gerealiseerd klimaat



Figuur 14: Gemiddelde temperatuur (boven) en vochtdeficiet (onder) per etmaal, dag- en nachtperiode in het 1^e teeltjaar.



Figuur 15: Buitenstraling per etmaal (boven) en gemiddeld CO₂-gehalte in de dag periode (onder) in het 1^e teeltjaar.

Bijlage IV.

Productie per behandelingscombinatie

Tabel 21: Productiegegevens per behandelingscombinatie.

Aantal stelen per m²	Mont Blanc		Red Lion		Gemiddeld
	kleikorrels	perliet	kleikorrels	perliet	
controle	46.5	49.4	50.3	56.1	50.6
UV	47.2	47.9	49.0	56.5	50.1
UV+H2O2	46.4	48.2	51.1	56.4	50.5
Gemiddeld	46.7	48.3	50.1	56.4	50.4

Gewicht/m²	Mont Blanc		Red Lion		Gemiddeld
	kleikorrels	perliet	kleikorrels	perliet	
controle	11.8	12.0	10.5	10.5	11.2
UV	11.6	11.8	9.5	10.9	11.0
UV+H2O2	11.4	12.1	9.9	10.8	11.1
Gemiddeld	11.6	12.0	9.8	10.8	11.0

Berekend gewicht/steel (gram)	Mont Blanc		Red Lion		Gemiddeld
	kleikorrels	perliet	kleikorrels	perliet	
controle	253	243	208	186	221
UV	246	247	193	194	219
UV+H2O2	246	251	194	191	219
Gemiddeld	248	248	197	191	219

% dubbelstelen	Mont Blanc		
	kleikorrels	perliet	Gemiddeld
controle	0.7%	0.3%	0.5%
UV	0.6%	0.4%	0.5%
UV+H2O2	0.4%	0.6%	0.5%
Gemiddeld	0.5%	0.5%	0.5%

Bijlage V. Overzicht drainwateranalyses

Tabel 22. Overzicht van de resultaten van de drainwateranalyses (EC in mS/cm, hoofdelementen in mmol/l, spoorelementen in µmol/l)

datum	Monster	pH	EC	NH4	K	Na	Ca	Mg	Si	NO3	Cl	SO4	HCO3	H2PO4	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo
02-04-2013	Drain	6.7	1.4	< 0.1	3.7	0.6	2.4	2.0	0.2	7.1	0.4	2.3	0.3	0.50	8.2	0.7	3.2	35	0.7	0.40
23-04-2013	Drain	5.8	2.3	< 0.1	6.0	0.4	4.0	2.6	0.2	13.8	0.5	2.6	< 0.1	1.3	13.6	1.5	4.6	43	0.7	0.10
01-05-2013	Drain	5.9	2.2	< 0.1	6.4	0.5	4.5	3.0	0.3	12.6	0.5	2.3	< 0.1	1.6	15.5	1.1	5.3	51	0.8	0.30
14-05-2013	Drain	6.0	2.3	< 0.1	5.9	0.4	4.4	2.9	0.3	13.4	0.6	2.5	0.1	1.6	15.8	0.8	4.6	50	0.9	0.30
28-05-2013	Drain	6.0	2.1	< 0.1	5.8	0.3	4.6	3.0	0.3	13.0	0.7	2.3	0.1	1.7	16.9	< 0.1	3.9	52	0.8	0.20
04-06-2013	Drain	5.7	2.3	< 0.1	6.7	0.3	4.9	3.2	0.3	14.3	0.4	2.2	< 0.1	2.0	18.4	2.2	5.6	56	0.9	0.20
11-06-2013	Drain	5.4	2.3	< 0.1	6.5	0.2	4.7	3.1	0.2	14.4	0.9	2.2	< 0.1	2.0	20.3	6.1	6.7	59	1.0	0.20
13-06-2013	Kleik. UV + Per.	4.9	2.6	0.10	7.0	0.2	5.1	3.4	0.3	16.2	0.2	2.7	< 0.1	2.2	37.5	15.6	9.7	71	1.3	0.50
13-06-2013	Perlite UV	5.5	3.1	< 0.1	8.3	0.4	6.7	4.3	0.7	20.5	0.1	3.3	< 0.1	2.9	32.1	11.2	4.9	80	0.6	0.10
13-06-2013	Kleik. UV	5.0	2.5	0.10	7.0	0.2	4.8	3.4	0.3	15.7	0.1	2.5	< 0.1	2.1	41.2	13.8	8.9	72	1.3	0.40
13-06-2013	Perlite Onb.	5.4	2.8	< 0.1	8.0	0.3	6.0	3.8	0.6	18.3	0.1	2.8	< 0.1	2.8	40.2	21.1	8.2	68	0.9	0.10
13-06-2013	Kleik. Onb.	5.1	1.4	< 0.1	3.7	0.2	2.7	1.9	0.2	8.6	0.2	1.5	< 0.1	1.2	18.5	8.0	4.9	38	0.7	0.10
25-06-2013	Drain	5.7	2.2	< 0.1	5.5	0.2	4.3	3.1	0.3	12.6	0.3	2.0	< 0.1	2.0	25.4	2.2	7.1	70	1.1	0.30
09-07-2013	Drain	5.0	2.3	0.10	6.3	0.2	4.3	3.0	0.2	14.3	0.3	1.9	< 0.1	2.0	25.9	11.0	9.8	71	1.4	0.30
23-07-2013	Drain	4.9	2.2	< 0.1	6.0	0.4	4.5	3.1	0.2	13.8	0.2	2.2	< 0.1	2.0	28.3	13.4	10.9	74	1.4	0.20
27-08-2013	Drain	5.9	2.3	< 0.1	7.0	0.2	4.3	3.0	0.2	14.7	0.3	2.1	0.1	2.0	27.8	1.6	9.4	67	1.4	0.60
11-09-2013	Drain	5.7	2.5	0.10	7.8	0.2	4.4	3.1	0.1	15.1	0.4	2.4	< 0.1	2.1	28.8	2.6	10.6	72	1.6	0.60
04-12-2013	Drain	6.4	2.2	< 0.1	6.6	0.1	3.7	2.7	0.4	12.6	0.3	2.1	0.4	1.5	16.4	< 0.1	2.4	54	0.7	0.80
11-02-2014	Drain	6.1	2.1	< 0.1	7.8	0.3	4.7	3.5	0.5	15.0	0.3	2.4	0.4	1.8	19.9	< 0.1	4.7	59	0.9	0.60

Kleik. = kleikorreels, Onb. = onbehandeld (geen recirculatie), UV = hergebruik drainwater na UV-ontsmetting, UV + Per. = hergebruik drainwater na geavanceerde oxidatie (UV met waterstofperoxide).